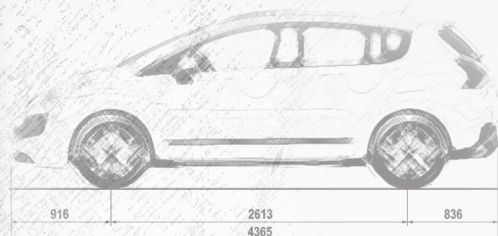


Fundación
MAPFRE

**O MANUAL
DE MEDIDAS DE
SEGURANÇA VIÁRIA**

Edição ampliada
e revisada

Rune Elvik, Alena Høye
Truls Vaa, Michael Sørensen



O Manual de Medidas de Segurança Viária

Edição ampliada e revisada

RUNE ELVIK, ALENA HØYE
TRULS VAA, MICHAEL SØRENSEN

Fundación
MAPFRE

**OUTROS LIVROS E ESTUDOS RELACIONADOS
REALIZADOS PELA FUNDAÇÃO MAPFRE**

LIVRO:

*La Seguridad Vial en las Empresas. Programas internacionales de Promoción
El Manual de Medidas de Seguridad Vial*

ESTUDOS:

*Estudio del Servicio del Transporte Escolar en las ciudades de Bogotá D.C. y Medellín
Informe sobre la seguridad de los motociclistas en Latinoamérica
Las cefaleas, un riesgo para la conducción
El día después de los accidentes de tráfico: perspectivas de las víctimas
Tramos blancos de carreteras
Evolución de los sistemas de seguridad entre 2006 y 2011
Asientos de seguridad para Niños. Situación en Iberoamérica y El Caribe
Prioridades en España en la seguridad de los peatones: niños, adultos y mayores
Inspección de seguridad vial en centros escolares
Los niños con necesidades especiales y su seguridad en el vehículo
Recomendaciones de Seguridad Vial en el transporte de personas con discapacidad*

Todos os estudos estão disponíveis em:

www.fundacionmapfre.org/seguridadvial

O MANUAL DE MEDIDAS DE SEGURANÇA VIÁRIA

POR

Rune Elvik

Instituto de Economia dos Transportes, Oslo (Noruega)

Alena Høyevik

Instituto de Economia dos Transportes, Oslo (Noruega)

Truls Vaa

Instituto de Economia dos Transportes, Oslo (Noruega)

Michael Sørensen

Instituto de Economia dos Transportes, Oslo (Noruega)

Revisão técnica: Raquel Alves dos Santos Almqvist

Fundación
MAPFRE

O Manual de Medidas de Segurança Viária, 2015 (Ed. ampliada e revisada da edição online do *Trafikksikkerhetsboken*, 2014)

Coordenação editorial: Ángela Sordo, Cristiane Kanashiro, Daniel Nicolás e Maria de Fátima Mendes de Lima

Tradução: Linguae – Personal Language Institute Serviços de Idiomas LTDA. - ME

Fotomecânica e fotocomposição: DiScript Preimpresión, S. L.

Impressão e encadernação: Duograf Grafica e Editora Ltda

Design da capa: Fundación MAPFRE e DiScript Preimpresión, S. L.

© dos textos, os respectivos autores

Da presente edição

© 2015 Fundación MAPFRE

Paseo de Recoletos 23,
28004 Madrid, España
www.fundacionmapfre.org

© 2014 Trafikksikkerhetshåndboken

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
0349 Oslo, Norway
(<http://tsh.toi.no/>)

Os editores, que fizeram todo o possível para identificar os proprietários dos direitos intelectuais das reproduções contidas neste livro, pedem desculpas por possíveis erros ou omissões. Qualquer forma de reprodução, distribuição, comunicação pública ou transformação desta obra só pode ser realizada com a autorização dos proprietários, salvo exceção prevista por lei.

A Fundación MAPFRE, sempre dentro dos limites previstos pela legislação vigente, não se responsabiliza de modo algum por lesões, danos ou prejuízos causados em consequência da imprecisão dos textos, ilustrações ou outros conteúdos deste livro a pessoas ou coisas como resultado de qualquer propósito maldoso real ou suposto, aos direitos de propriedade intelectual e industrial ou direitos de privacidade e que sejam consequência da negligência ou da implantação de ideias, instruções, procedimentos, produtos ou métodos incluídos neste livro.

A Fundación MAPFRE não necessariamente compartilha as opiniões e conteúdos autorais que o leitor encontrará nestas páginas.

ISBN: 978-84-9844-566-4

Em 2013 a Fundación MAPFRE acertou em publicar a segunda edição do Manual Norueguês de Medidas de Segurança Viária, elaborado pelos pesquisadores Rune Elvik, Alena Høy, Truls Vaa e Michael Sørensen, do Instituto de Economia do Transporte da Noruega (*Transportøkonomisk Institutt, TØI*, www.toi.no). E digo acerto porque se trata de uma obra única em muitos sentidos. Em primeiro lugar pela enorme quantidade de informações que ele reúne: são décadas de trabalho realizado com o máximo rigor e critério científico resumidas em uma obra que agora também está ao alcance de todos os falantes da língua portuguesa.

Em segundo lugar porque é um livro que não passará despercebido por nenhum especialista. É uma obra que se transformou em referência de trabalho, pessoal e coletivo, no campo da segurança viária no mundo. Para os felizardos que dispõem de um exemplar, é comum iniciar a abordagem de qualquer novo desafio em segurança viária com a pergunta “O que diz o manual norueguês?”. Uma das experiências mais gratificantes de termos feito sua tradução para o espanhol é entrar no escritório de muitos responsáveis pela segurança viária em países hispânicos e encontrar em cima da mesa (e cheia de *post-its* ou de outros tipos de anotação) esta versão realizada pela Fundación MAPFRE.

A edição que hoje apresentamos também é especial porque oferece a seus leitores a versão mais atualizada do manual original, traduzida para o português diretamente da versão online em norueguês. Portanto, estamos proporcionando aos leitores de língua portuguesa o acesso à vanguarda do conhecimento mais atualizado sobre medidas de segurança viária em nível mundial. Estima-se que haja mais de 215 milhões de pessoas que falam português, a sexta língua materna mais falada no mundo e a terceira com alfabeto latino depois do espanhol e do inglês (sendo que estes dois últimos idiomas já contam com suas respectivas versões do manual).

O português é atualmente a língua principal de Portugal, Brasil, Angola, Guinéa-Bissau, Moçambique, Cabo Verde, Santo Tomé e Príncipe e Timor Leste. Dentre todos, os dois primeiros são países muito importantes para a Fundación MAPFRE, e de fato neles já desenvolvemos inúmeras atividades na área de segurança viária e também em outros campos voltados para o bem-estar da sociedade. Nos países lusófonos todos os anos falecem cerca de 53.848 pessoas, segundo dados da Organização Mundial da Saúde, 81,4% delas no Brasil, motivo pelo qual se escolheu o português do Brasil para a tradução.

Quero expressar meu agradecimento aos gestores e pesquisadores do Instituto de Economia do Transporte, começando por seu Diretor Geral, Gunnar Lindberg, por todas as facilidades que nos ofereceram para a edição deste livro. Nossa admiração por sua contribuição para a segurança viária internacional é profunda e sincera. Também quero dar os parabéns à equipe da Fundación MAPFRE no Brasil e na Espanha por sua extrema dedicação em coordenar um trabalho editorial tão ambicioso como este e concluí-lo com sucesso.

Por fim, quero animar o leitor desta obra dizendo que não considere seu conteúdo como algo final, mas sim como um começo: a base para agir com segurança viária do modo mais científico e eficiente possível. Desfrute a leitura e lembre-se que todos somos parte ativa do “Objetivo Zero Vítima”.

Antonio Huertas Mejías
Presidente
Fundación MAPFRE

Este livro oferece um panorama sistemático do conhecimento de última geração sobre os efeitos de mais de 140 medidas de segurança viária. Existe uma demanda crescente de conhecimento de fácil acesso sobre como prevenir lesões no trânsito, uma vez que o número de pessoas mortas ou feridas em acidentes viários continua a crescer no mundo todo. Esperamos que este livro possa servir como um manual de referência para profissionais de segurança viária em todos os países.

Este manual é a tradução da edição norueguesa online do livro. O trabalho neste livro começou muitos anos atrás, em 1980, e desde então o manual tem sido continuamente atualizado e expandido. O manual foi publicado em norueguês em 1982, 1989, 1997 e 2012, e uma versão completamente atualizada está sempre disponível gratuitamente online em norueguês no site do Instituto de Economia do Transporte (<http://tsh.toi.no/>).

Esta é a primeira versão do manual em português. Ele também já foi publicado em finlandês (1993), russo (1997 e 2000), inglês (2004 e 2009) e espanhol (2006 e 2013).

Durante todo este período de 1980 até agora, o empenho em desenvolver e atualizar o livro foi financiado pelo Ministério de Transportes e Comunicação da Noruega e pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. O Instituto de Economia do Transporte (TØI) gostaria de agradecer a estas instituições por seu apoio financeiro e por seu comprometimento de longo prazo com os esforços para esta pesquisa. Sem a edição original em norueguês, a presente versão em português nunca poderia ter sido produzida.

A publicação e o trabalho com a versão em português do manual e também com as versões anteriores em espanhol foram realizados e custeados pela FUNDACIÓN MAPFRE. Sem o trabalho e os recursos financeiros da FUNDACIÓN MAPFRE as versões em português e em espanhol nunca poderiam ter sido realizadas. Nós no TØI ficamos muito contentes com isso e queremos agradecer à FUNDACIÓN MAPFRE por este empenho gigantesco.

Esta edição é o resultado do esforço coordenado dos pesquisadores Alena Høye, Rune Elvik, Michael W. J. Sørensen e Truls Vaa, todos membros do TØI. Os pontos de vista expressos no livro são os pontos de vista dos autores e não necessariamente refletem as posições das agências financiadoras. Erros e omissões, se houver, são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Oslo, setembro de 2015

Gunnar Lindberg
Diretor Geral
Instituto de Economia do Transporte (TØI)

Conteúdo

Índice	1	PARTE I. Introdução
	3	1 Contexto e guia de leitura
	3	1.1 Objetivo do livro
	3	1.2 Perguntas que o livro responde
	4	1.3 A estrutura do livro
	6	1.4 O papel da pesquisa de segurança viária
	9	2 Guia para trabalhar com o Manual de Segurança Viária
	9	2.1 Pesquisa bibliográfica sistemática
	11	2.2 Quais tipos de pesquisas receberam especial ênfase para serem encontradas?
	11	2.3 Seleção de pesquisas
	12	2.4 Meta-análise como uma ferramenta para resumir os resultados
	20	2.5 Garantia de qualidade do Manual de Segurança Viária
	21	3 Acidentes e riscos no trânsito
	21	3.1 Acidentes relatáveis com vítimas
	22	3.2 Grau de notificação de acidentes de trânsito envolvendo lesões pessoais na Noruega e em outros países
	26	3.3 Consequências de acidentes de trânsito para a qualidade de vida dos feridos
	28	3.4 Acidentes com danos materiais
	28	3.5 Acidentes enquanto problema para o próprio usuário da via e para a sociedade
	28	3.6 Mudanças no número de feridos no trânsito ao longo do tempo
	31	3.7 Risco no trânsito rodoviário em relação a outras atividades
	33	3.8 O risco no trânsito da Noruega em comparação a outros países
	35	3.9 Fatores que afetam o número de acidentes de trânsito e suas respectivas gravidades

51 4 Panorama técnico

- 51 4.1 Alguns problemas básicos em pesquisa de segurança viária
- 51 4.2 Causas de acidentes ou fatores de risco?
- 55 4.3 Acidentes de trânsito como problemas independentes: teorias de equilíbrio de riscos e adaptação comportamental
- 59 4.4 A segurança e insegurança do usuário: um problema com muitas faces
- 61 4.5 Acidentes e índices de risco como alvo de segurança viária
- 64 4.6 Princípios para a melhoria da segurança viária

67 5 Qualidade dos estudos sobre os efeitos das medidas de segurança viária relacionados a acidentes

- 67 5.1 O que queremos saber?
- 67 5.2 Requisitos metodológicos e a base para inferências causais
- 70 5.3 Exemplos da influência de fontes de erro nas pesquisas
- 73 5.4 Como são utilizados os requisitos para uma boa pesquisa no Manual de Segurança Viária?

77 6 Planejamento e priorização de medidas de segurança viária - custos dos acidentes

- 77 6.1 Quais atividades envolvem planejamento e priorização das medidas de segurança viária?
- 78 6.2 Abordagens alternativas de planejamento e priorização das medidas de segurança viária
- 82 6.3 Análises de custo-benefício
- 90 6.4 As prioridades do governo na política viária: Plano Nacional de Transporte
- 91 6.5 Medidas alternativas para resolver diferentes problemas de segurança viária
- 93 Referências

103 PARTE II. Efeito das medidas

105 1 Projetos e equipamentos viários

- 105 1.1 Ciclovias e ciclofaixas
- 116 1.2 Autoestrada
- 121 1.3 Anel viário
- 124 1.4 Vias principais e vias de acesso para as cidades e bairros
- 130 1.5 Canalização nos cruzamentos

135	1.6 Rotatórias
139	1.7 Mudanças no projeto geométrico nos cruzamentos
143	1.8 Divisão de uma intersecção em X em duas intersecções em T (intersecções alternadas)
146	1.9 Intersecções em desnível
151	1.10 Melhoria de pontos críticos
156	1.11 Melhoria da seção transversal das vias
169	1.12 Melhorias da lateral da via
175	1.13 Melhoria do alinhamento e da visibilidade das vias
192	1.14 Melhoria geral das rodovias já existentes
194	1.15 Barreiras de proteção e atenuadores de impacto
204	1.16 Medidas contra acidentes envolvendo animais
215	1.17 Medidas em curvas horizontais
220	1.18 Iluminação viária
228	1.19 Segurança nos túneis
232	1.20 Áreas de Parada e Serviços
235	1.21 Canteiro central
240	1.22 Rodovias 2 + 1
244	Referências
271	2 Manutenção viária
271	2.1 Restauração geral do pavimento – recapeamento
275	2.2 Melhoria das vias, correção de irregularidades e afundamento da pista
278	2.3 Melhoria da superfície das vias, atrito e asfalto poroso
285	2.4 Medidas de proteção das vias contra avalanches e rajadas de neve
292	2.5 Manutenção das vias no inverno
301	2.6 Manutenção das áreas circulação de pedestres e ciclovias no inverno
305	2.7 Melhorias na sinalização de trânsito
308	2.8 Sinalização em canteiro de obras na via
319	Referências
331	3 Regulamentação de trânsito
331	3.1 Moderação de tráfego (<i>traffic calming</i>)
337	3.2 Vias ambientais
340	3.3 Ruas de pedestres–“calçadão”
342	3.4 Áreas de Recreação

345	3.5 Controle de acessos
349	3.6 Regulamentação da prioridade de passagem
352	3.7 Sinalização de preferência de passagem em interseções
355	3.8 Sinalização de parada obrigatória em interseções
358	3.9 Controle semafórico em interseções
365	3.10 Faixas de pedestres semaforizadas
369	3.11 Limites de velocidade
376	3.12 Controle físico de velocidade
381	3.13 Sinalização horizontal
389	3.14 Controle de tráfego de pedestres
394	3.15 Controle de parada e de estacionamento
399	3.16 Via de mão única
405	3.17 Faixa reversível
410	3.18 Faixas exclusivas para o transporte coletivo, faixas para veículos com alta ocupação e faixas com restrições de circulação para veículos pesados
419	3.19 Seleção dinâmica de rota
423	3.20 Painel de mensagem variável
431	3.21 Segurança dos cruzamentos rodoviários e ferroviários
434	3.22 Áreas ambientais
437	3.23 Controle de velocidade em acessos
442	3.24 Espaço compartilhado
450	3.25 Linha de bordo externa reforçada
452	3.26 Linha de bordo interna reforçada
456	3.27 Pontos de parada de ônibus e bondes
459	3.28 Medidas para evitar a condução na contramão
463	Referências
491	4 Tecnologia de veículos e equipamentos de proteção pessoal
491	4.1 Requisitos para a profundidade do sulco dos pneus
493	4.2 Pneus de inverno com pregos
499	4.3 Assistentes de frenagem em veículos leves
504	4.4 Terceira luz de freio (<i>brake light</i>)
506	4.5 Faróis diurnos em veículos
511	4.6 Faróis diurnos em ciclomotores e motocicletas
515	4.7 Melhoria nos equipamentos de iluminação dos automóveis

525	4.8	Material refletivo e roupa para pedestres, ciclistas e motociclistas
534	4.9	Direção, suspensão e estabilidade
541	4.10	Capacete para ciclistas
547	4.11	Utilização do capacete para usuários de ciclomotores e motocicletas
550	4.12	Cintos de segurança em veículos leves
556	4.13	Segurança de crianças em veículos
562	4.14	Airbags em veículos leves
572	4.15	Cintos de segurança em veículos pesados
574	4.16	Proteção contra colisão em veículos de passeio
580	4.17	Controles e instrumentos
583	4.18	Controle automático de distância e freio automático de emergência
589	4.19	Regulamentação do peso dos veículos
601	4.20	Regulamentação da potência dos automóveis
604	4.21	Volume e potência de ciclomotores e motocicletas
611	4.22	Compatibilidade dos veículos em caso de acidente
623	4.23	Equipamentos de segurança em veículos pesados
628	4.24	Ciclomotores e motocicletas
634	4.25	Bicicletas, equipamentos para o transporte cicloviário e transporte infantil na bicicleta
643	4.26	Requisitos para reboques
647	4.27	Medidas contra incêndio veicular
649	4.28	Segurança de produtos perigosos
658	4.30	Regulamentação de tamanho e peso dos veículos pesados
663	4.31	Freios ABS em motocicletas
665	4.32	Alerta de transposição involuntária de faixa (<i>Lane departure warning</i>)
668	4.33	Limitador de velocidade máxima
670	4.34	Adaptação inteligente de velocidade (ISA)
676	4.35	Veículos elétricos (VE)
680		Referências
717	5	Inspeção veicular e de oficinas mecânicas
717	5.1	Homologação de veículos e controle de registro
720	5.2	Inspeção veicular periódica
726	5.3	Inspeção de veículos na via

729	5.4	Autorização e fiscalização das oficinas e órgãos de inspeção
732		Referências
735	6	Requisitos para o condutor, formação do condutor e de motoristas profissionais
735	6.1	Limite de idade para carteira nacional de habilitação
740	6.2	Exigências de saúde para condutores
748	6.3	Exigências de conhecimento teórico e habilidades
751	6.4	Formação básica de condutores
757	6.5	Exame de direção veicular
760	6.6	Treinamento e testes de motoristas de ciclomotores e motos
766	6.7	Treinamento e testes para motoristas profissionais – transporte de passageiros e de carga
771	6.8	Carteira de habilitação gradual e restrições de circulação
779	6.9	Sistemas de motivação e recompensas nas empresas
782	6.10	Regulamentação de tempo de direção e de descanso
788	6.11	Normas de segurança para direção de veículos de emergência
795	6.12	Segurança no transporte escolar
800		Referências
813	7	Educação para o trânsito e informação
813	7.1	Educação na pré-escola
817	7.2	Educação na escola
821	7.3	Informações para usuários de trânsito e campanhas
827		Referências
831	8	Controle e sanções
831	8.1	Controles móveis de velocidade
837	8.2	Controle automático de velocidade
842	8.3	Controle do uso de equipamentos de proteção individual
848	8.4	Controle de comportamento por patrulhamento
852	8.5	Controle automático de avanço do sinal vermelho em semáforos
855	8.6	Legislação para condução sob o efeito do álcool
868	8.7	Controle de condução sob o efeito de álcool no sangue
872	8.8	Restrições para condutores condenados por conduzir sob o efeito do álcool

877	8.9 Tratamento para condutores condenados por conduzir sob o efeito do álcool
880	8.10 Sistema de pontuação e suspensão da carteira de habilitação
885	8.11 Multas e procedimentos simplificados
889	8.12 Multas e prisão
894	8.13 Seguros
901	8.14 Proibição do uso do celular no veículo
908	8.15 Regulamentação e controle da condução sob o efeito de medicamentos e outras drogas
915	8.16 Recompensa da condução segura
921	Referências
939	9 Primeiros socorros e cuidados médicos
939	9.1 Acesso a serviços médicos
943	9.2 Helicópteros de resgate
946	9.3 Notificação automática de acidente
954	Referências
957	10 Ferramentas fundamentais
957	10.1 Medidas organizacionais
963	10.2 Informações técnicas
967	10.3 Metas de segurança viária e plano de ações
969	10.4 Programas de segurança viária em comunidades
973	10.5 Controle do volume de tráfego (exposição)
977	10.6 Planejamento do uso e ocupação do solo
989	10.7 Planejamento e construção de vias
995	10.8 Auditorias e inspeções de segurança viária
998	10.9 Impostos gerais dos veículos
1003	10.10 Tarifação viária
1010	10.11 Alteração na distribuição dos meios de transporte
1016	10.12 Legislação de trânsito
1022	10.13 Regulamentação do transporte profissional (concessão de transporte)
1025	Referências
1041	PARTE III. Definições e explicações
1043	Glossário
1067	Índice remissivo

PARTE I

Introdução

1.1 OBJETIVO DO LIVRO

A cada ano, os relatórios para a polícia da Noruega apontam cerca de 9.000 a 13.000 pessoas mortas ou feridas em acidentes de trânsito (Escritório Central de Estatística, 2008). No entanto, o número real de feridos é muito maior. Estimativas baseadas em registros de feridos em hospitais e clínicas de emergência indicam que aproximadamente 35.000 a 37.000 pessoas por ano são vítimas de acidentes de trânsito (Borger et al, 1995). O número de mortos em acidentes de trânsito nos últimos anos tem sido de 170 a 220 por ano.

O acidente de trânsito é um dos principais problemas de saúde pública. O custo social desses acidentes é da ordem de 25 a 30 bilhões de dólares por ano (Veisten e Nossum, 2007). É perigoso ser usuário das vias. Em parte, é muito mais perigoso do que a maioria das outras atividades que as pessoas realizam diariamente (Elvik, 2005a). A maioria acredita, portanto, que os perigos no trânsito devem ser reduzidos. O governo norueguês também afirmou isso recentemente diversas vezes na publicação sobre Planejamento de Transporte Nacional, no período de 2006 a 2015:

“O governo continuará se esforçando para aumentar a segurança em todos os setores de transporte e atingir a meta de segurança total no trânsito...” (Ministério dos Transportes, relatório nr. 24 (2003-2004), Planejamento Nacional de Transporte, 2006-2015).

Reduzir o número de acidentes de trânsito e danos resultantes envolve o conhecimento necessário sobre as medidas que podem melhorar a segurança do trânsito.

O objetivo deste livro é fornecer uma visão abrangente e sistemática de conhecimento sobre os efeitos das diversas medidas de segurança viária. Além de descrever a forma como elas atuam sobre o número de acidentes ou lesões graves, o livro descreve como estas medidas devem levar em consideração a acessibilidade e o meio ambiente, além de informar a relação entre seus custos e seu custo-benefício.

O livro é destinado principalmente para aqueles que, por meio de sua profissão, trabalham para melhorar a segurança do trânsito. Mas ele não foi escrito somente para especialistas. A idéia é beneficiar qualquer pessoa que queira saber algo sobre segurança viária.

O Manual de Segurança Viária foi compilado mediante pesquisas e estudos sobre os efeitos das medidas de segurança viária realizadas em todo o mundo. O livro reúne os resultados dessas investigações e fornece, dentro do possível, os dados numéricos sobre o efeito das medidas ou regras sobre acidentes e lesões descritas. A qualidade destes dados varia consideravelmente entre as diversas medidas. Nem todas têm igualmente um bom conhecimento de suas consequências. O presente trabalho fornece, assim, informações sobre a incerteza existente sobre os efeitos de tais medidas de segurança viária.

O fato de o conhecimento ser incerto não deve impedir que ele seja explorado da melhor maneira possível. Não sabemos tudo o que poderíamos saber sobre os efeitos das ações de segurança; no entanto, já sabemos muito. E isso se deve a muita pesquisa, tanto na Noruega quanto internacionalmente, para descobrir como as diferentes medidas de segurança funcionam. Também reuniu-se aqui muita experiência administrativa e prática. Mas esse conhecimento nem sempre está prontamente disponível para aqueles que dele necessitam. Muitos resultados de pesquisa estão espalhados em um grande número de relatórios que por vezes só são publicados em revistas científicas e outras publicações técnicas, que nem sempre atingem aqueles que precisam de conhecimento. Este livro pode tornar o conhecimento mais acessível e, assim, mais bem explorado.

1.2 PREGUNTAS QUE O LIVRO RESPONDE

No Manual de Segurança Viária podem ser encontradas respostas para as seguintes perguntas, entre outras:

- Que medidas podem ser utilizadas para reduzir os acidentes de trânsito e/ou a gravidade de danos nesses acidentes?
- Para quais problemas e tipos de danos servem as diferentes medidas?
- Quais são os efeitos de cada uma, em particular sobre acidentes e danos, de acordo com pesquisas norueguesas e no exterior?
- Quais são os resultados sobre a mobilidade e o meio ambiente?
- Com que frequência se utilizam as diferentes medidas de segurança viária na Noruega atualmente? Quanto custa para serem realizadas?
- É possível avaliar o custo-benefício de cada medida individualmente? Quais trazem os maiores benefícios para a segurança viária em relação aos próprios custos? Quais medidas trazem os maiores benefícios globais para a segurança viária, a mobilidade e as condições ambientais em relação aos custos?
- De quem é a responsabilidade de aprovar diferentes normas de segurança viária na Noruega? Como a responsabilidade formal é dividida entre os órgãos públicos?
- Qual é o procedimento de sua implementação na Noruega?

Nem todas estas perguntas são fáceis de responder. Nem sempre se pode dar uma resposta precisa e correta. Por exemplo, os resultados variam de lugar para lugar, dependendo da concepção da medida, do número de acidentes na região, quais outras medidas também foram implementadas ali, etc. Por isso, várias pesquisas sobre a mesma medida podem dar resultados diferentes. Neste livro, com base em pesquisas norueguesas, estrangeiras e outras experiências, tentamos oferecer as respostas mais representativas possíveis para as perguntas acima.

1.3 A ESTRUTURA DO LIVRO

O índice está organizado em três partes: Geral (parte I), Medidas e efeitos reais (parte II) e Definições e explicações (parte III). Cada parte pode ser lida separadamente. Os capítulos de cada uma delas também são independentes.

A **Parte 1** descreve o objetivo e a estrutura do livro; como ele surgiu; acidentes e riscos no trânsito; a perspectiva profissional; teorias e métodos na pesquisa de segurança viária e a aplicação do livro.

Na **Parte 2** são descritos os meios de atuação e as medidas para a melhoria da segurança viária. Os dez

capítulos são divididos em subcapítulos. O primeiro subcapítulo é uma visão geral de comentários sobre as medidas do capítulo. Cada um dos outros subcapítulos descreve uma série de medidas de segurança no trânsito. Esses capítulos podem ser lidos separadamente. Os dez capítulos da Parte 2 descrevem um total de 142 medidas de segurança viária nas seguintes áreas:

1. Projeto e equipamentos viários
2. Operação e manutenção de vias
3. Regras de trânsito
4. Técnicas de direção e proteção pessoal
5. Inspeção veicular e oficinas autorizadas
6. Requisitos para os condutores, educação do condutor e do condutor profissional
7. Educação de usuários das vias e informações
8. Controle e sanções
9. Primeiros socorros e tratamento médico
10. Questões principais

A **Parte 3** contém explicações das palavras, símbolos e abreviaturas utilizadas no livro.

Cada um dos capítulos que descreve uma série de medidas de segurança viária na Parte 2 do livro foi escrito com uma mesma disposição para aumentar o panorama e facilitar a comparação entre elas. Os capítulos são divididos em seções fixas, brevemente descritas abaixo:

Problemas e objetivos. Esta seção descreve o problema de segurança viária que a medida se destina a corrigir ou atenuar. Um problema pode ser, por exemplo, alto índice de acidentes, alto risco de acidentes ou ferimentos graves. Ou, ainda, segundo os acidentes com vítima registrados, não são os condutores, mas sim os pedestres e ciclistas as maiores vítimas. Eles também muitas vezes são mais gravemente feridos do que o condutor. As descrições dos problemas de segurança viária sobre os quais as medidas deverão atuar estão documentadas, dentro do possível, em termos de número de acidentes e risco de acidentes. Mas nem todas as questões de segurança viária podem ser apresentadas numericamente a pleno conteúdo. Podem existir aspectos de difícil estimativa numérica. Nisso se incluem, por exemplo, problemas como insegurança e ansiedade, que alguns usuários da via podem experimentar.

Muitas soluções de segurança são destinadas a questões locais, ou seja, problemas de acidentes que podem ser claramente delimitados no tempo e no

espaço. Mas isso não se aplica a todas as medidas. Algumas são destinadas a questões mais generalizadas, como informação e educação. É difícil determinar exatamente quantas ocorrências serão beneficiadas por elas. Todas as medidas de segurança viária concretas discutidas na Parte 2 do livro têm como objetivo principal a melhoria da segurança viária. Algumas medidas podem ter objetivos tão importantes quanto a melhoria do trânsito. Isso inclui a melhoria das vias, em que o aperfeiçoamento de fatores como acessibilidade/mobilidade e ambientais são metas importantes.

Descrição das medidas. Esta seção fornece informações sobre como o projeto foi concebido, em que a medida se baseia e com qual frequência é utilizada na Noruega hoje. Normalmente são fornecidas descrições técnicas detalhadas.

Impacto sobre os acidentes. Uma importante seção em cada capítulo trata dos resultados comprovados das medidas contra acidentes e eventuais danos. Os efeitos comprovados são apresentados como uma variação porcentual de acidentes ou ferimentos. Em alguns casos, o impacto de uma medida é descrito sob a forma de uma função, como, por exemplo, mostrando a quantidade de acidentes alterados por diferentes extensões da medida. Para as medidas para as quais não há estudos que tenham surtido efeito no número de acidentes ou feridos, seu impacto é discutido de outra maneira.

Muitas das estatísticas sobre os efeitos no número de acidentes apresentados são imprecisas. As principais razões de imprecisão em cada situação são mencionadas. Nos capítulos 3 e 5 da parte geral do Manual de Segurança Viária são discutidas mais detalhadamente as fontes de imprecisão existentes e como elas devem ser consideradas.

Impacto sobre a mobilidade. Além do impacto sobre os acidentes e as lesões, muitas medidas de segurança viária também têm efeitos sobre a mobilidade e a acessibilidade. Mobilidade significa as oportunidades de viagem existentes. Acessibilidade é o tempo que se leva para ir de A a B e pode ser melhorada com a diminuição da extensão da via ou o aumento da velocidade. Melhor acessibilidade é uma importante meta para muitas medidas.

Impacto sobre o meio ambiente. Os problemas ambientais associados ao tráfego rodoviário têm recebido maior atenção nos últimos anos. Isto se aplica em especial aos problemas de poluição.

Provavelmente dar-se-á mais ênfase aos diferentes impactos de medidas relativas às condições ambientais. Tais efeitos incluem poluição em sentido amplo, como, por exemplo, a poluição sonora. Grandes intervenções paisagísticas e mudanças na utilização das áreas também devem ser consideradas como impactos ambientais importantes. Parte das normas de segurança viária pode ter implicações nas condições ambientais. Estes impactos são discutidos porque devem passar por uma avaliação social que determinará se são ou não desejáveis. A discussão baseia-se, dentro do possível, no catálogo de medidas para o transporte, meio ambiente e clima (anteriormente conhecido como “manual ambiental”).

Também as condições sociais podem ser afetadas por alterações na segurança viária. Por exemplo, o contato entre vizinhos será afetado se for construída uma rodovia entre eles. Fatores relacionados com a estabilidade no trânsito e o ambiente de trabalho para os condutores profissionais também podem ser considerados como condições ambientais, em um sentido mais amplo.

Custos. O custo de cada medida é fornecido. Estas informações são recolhidas parcialmente com base nos orçamentos e nas contas públicas e também a partir de relatórios de pesquisa e junto aos fabricantes ou fornecedores de itens de segurança. Boas estimativas de custo nem sempre são fáceis de encontrar. O orçamento do governo normalmente não está configurado para que despesas específicas de segurança viária sejam relatadas de forma independente. Como regra geral, existem apenas as despesas de um grupo de medidas no orçamento público e na contabilidade.

Os custos da produção em série de componentes automotivos, como, por exemplo, cintos de segurança, geralmente são desconhecidos. Em vez disso, informa-se o preço de varejo desses equipamentos tal qual são vendidos pela indústria de autopeças. Estes preços de varejo podem ser significativamente maiores do que os custos de produção, mas ainda assim dão uma idéia do custo do equipamento.

Avaliações de custo-benefício. Os efeitos dos acidentes têm impacto sobre ambos acessibilidade e meio ambiente, e os custos para a implementação das medidas ambientais variam consideravelmente. As medidas não proporcionam benefícios iguais em relação aos custos.

A seção sobre avaliação do custo-benefício mostra a fundamentação individual das medidas e seus efeitos. Para projetos em que os efeitos não são suficientemente bem documentados, não se podem formalizar avaliações de custo-benefício. Para os bem documentados é, de certa forma, possível avaliar.

Os custos dos acidentes, custo de tempo e custos ambientais podem variar muito ao longo de um período; portanto, uma relação custo-benefício mais antiga não é representativa dos custos atuais e de avaliações econômicas de intervenções e os efeitos das ações. Os resultados de custo-benefício de outros países também são difíceis de serem transferidos para condições norueguesas. Em muitos capítulos são, portanto, mostrados exemplos numéricos que representam os custos e benefícios das medidas na Noruega atual. Tais análises são discutidas no Capítulo 6 da parte geral do Manual de Segurança Viária.

Responsabilidade formal e procedimento. Esta seção descreve quem toma ou pode tomar iniciativa de uma medida, quais são os requisitos formais e os procedimentos relativos à sua introdução e quem é responsável por sua implementação, incluindo quem arcará com seus custos. As regras de responsabilidade formal e procedimento podem ser complicadas para algumas medidas. A descrição mostra um padrão principal, mas nem sempre traz todos os detalhes.

1.4 O PAPEL DA PESQUISA DE SEGURANÇA VIÁRIA

A pesquisa de segurança no trânsito é uma ferramenta para tornar a política de segurança viária eficaz. Tal política se refere às decisões que o governo toma sobre quais os objetivos a serem assumidos e quais as medidas a serem priorizadas a fim de melhorar a segurança do trânsito. O papel da pesquisa para a política de segurança no trânsito é dizer quais e quantos acidentes e danos podem ser alterados por diferentes medidas, desenvolver e disseminar esses dados e fornecer ideias para o planejamento de novas medidas ou melhorar as existentes. Pesquisa e política devem ser mantidas separadas? Qual é o limite entre pesquisa e política?

Três tipos de afirmação sobre política de segurança viária podem ser formuladas da seguinte maneira:

- Normativa: A é uma coisa boa/o certo a fazer.

- Empírica: Se for feito B, o resultado será A.
- Prescritiva: Deve-se fazer B.

Afirmações normativas sobre o que é certo e o que é errado são questões de cunho moral. A maioria das pessoas provavelmente concordaria, em geral, com o que é uma boa coisa para melhorar a segurança no trânsito. Apresentar uma afirmação normativa ou formular metas, no entanto, é uma questão de política. Não é tarefa da pesquisa. Isso significa que a pesquisa não tem nada a dizer sobre questões normativas? Não. Suponha considerar enunciados normativos que dizem respeito à sua própria consistência lógica, que concernem à área da pesquisa, como, por exemplo, uma meta que oferece a todos menor risco do que a média é rejeitada como logicamente inconsistente. Afinal, não é possível que todos estejam mais seguros do que a média pela própria definição de média.

A pergunta a ser respondida no Manual de Segurança Viária é se as medidas são eficazes na melhoria da segurança viária. Esta é uma questão puramente empírica. O livro descreve, da maneira mais objetiva possível, o conhecimento existente sobre medidas de segurança viária. O que isso significa? Como se pode afirmar que o conhecimento é objetivo? Objetividade não pode ser medida numericamente, ainda assim é um ideal de pesquisa que aqui se tenta alcançar das seguintes maneiras:

- apresentando-se conhecimento baseado em pesquisas;
- avaliando-se a durabilidade do conhecimento puramente científico por sua qualidade metodológica, e não por seus resultados;
- abstendo-se de fazer recomendações sobre o uso de medidas específicas.

Pesquisadores devem produzir conhecimento. Outros têm a responsabilidade de traduzir o conhecimento para a prática. Todavia, é também tarefa da pesquisa apontar os obstáculos à implementação de medidas eficazes. Isto significa que a pesquisa deve ser crítica, e não vinculada a interesses que promovam ou impeçam certas medidas, independente do que se conheça previamente sobre como elas funcionam. A pesquisa contratual pode facilmente tornar-se demasiado dependente dos interesses do contrato e, portanto, não funcionar de maneira suficientemente crítica (Trinca et al, 1988). Unir a tarefa crítica da pesquisa e seu papel de apoio à situações concretas de decisão específica é um trabalho difícil.

A objetividade científica não pode ser medida nem avaliada como dimensões físicas. Não existe nenhuma garantia absoluta para a objetividade científica. Na prática, a crítica entre os próprios pesquisadores em relação a seus trabalhos e resultados é um dos principais fatores que promovem a objetividade da pesquisa. Mas este esquema não garante a objetividade.

O grau de contribuição do conhecimento científico na melhoria da segurança viária foi estudado na Suécia (Elvik et al, 2009). Graças aos resultados da pesquisa de segurança viária sueca, estima-se que o número de mortes no trânsito em 2005, que foi de 440, teria sido mais do que duas vezes maior (921) sem as medidas que foram tomadas no período entre 1971 e 2004.

2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

O Manual de Segurança Viária tem por base uma análise abrangente da investigação norueguesa e estrangeira sobre os efeitos das medidas de segurança viária em acidentes e lesões. Essas análises são realizadas através de uma pesquisa científica literária sistemática. Esta seção descreve o planejamento de pesquisa do livro.

Essa pesquisa consiste no que pode ser chamado, talvez imprecisamente, de uma parte “fixa” e outra “variável”. A componente variável baseia-se no fixo e é um suplemento. A parte fixa da pesquisa científica literária, ou bibliográfica, é a busca de dados sistemáticos através das seguintes principais categorias de fontes de literatura:

- Edições anteriores do Manual de Segurança Viária
- Periódicos
- Séries de Relatórios
- Relatórios de conferências
- Biblioteca do Instituto de Economia do Transporte da Noruega
- Bancos de dados bibliográficos

A parte variável da pesquisa consiste em ordenar referências baseadas na bibliografia dos estudos encontrados nas seis principais fontes mencionadas acima.

Edições anteriores do Manual de Segurança Viária. As edições anteriores do Manual (Pedersen, Elvik e Berard-Andersen, 1982; Elvik, Vaa e Østvik, 1989; Elvik, Mysen e Vaa, 1997; Elvik e Vaa, 2004) foram revistas e delas obtidas todas as informações que disponibilizam. Nenhum estudo referido nas edições anteriores é considerado irrelevante. Embora a primeira edição do livro possua referências que hoje são consideradas relativamente antigas (mais de 30 anos) e possam ter sido substituídas por mais recentes e melhores, nenhuma delas é omitida. Há duas razões principais para isso. Em primeiro lugar é importante saber se pesquisas anteriores e recentes chegam a um mesmo resultado. Em segundo lugar, a investigação é cumulati-

va. Isso significa que novos estudos são realizados com base nos resultados de estudos anteriores na tentativa de refinar, melhorar, confirmar, desmentir ou aprofundar estes resultados, repetindo seus levantamentos ou se utilizando de seus esquemas de análise mais adequadamente para evitar limitações metodológicas.

Periódicos. Os periódicos são submetidos a uma investigação sistemática onde são escolhidos artigos relevantes. Os periódicos em questão são os seguintes (com a edição de cada revista entre parênteses):

- *Accident Analysis and Prevention* (1969-)
- *Australian Road Research* (cessou a circulação em 1991) (1970-91)
- *Dansk Vejtidskrift* (1980-)
- *Ergonomics* (1980-)
- *Highway Research Record* (cessou a circulação em 1974) (1960-74)
- *Human Factors* (1980-)
- IATSS (Associação Internacional de Pesquisas Científicas de Trânsito e Segurança) (1980-)
- ITE-Journal (Antigo Traffic Engineering) (1970-)
- *Journal of Risk and Uncertainty* (1988-)
- *Journal of Safety Research* (1969-)
- *Journal of Traffic Medicine* (1974-)
- *Journal of Transport Economics and Policy* (1970-)
- *Journal of Transportation Engineering* (1970-)
- *Nordic Road and Transport Research* (1989-)
- NTR-nytt (*National Tourist Routes*; Rotas Turísticas Nacionais-nova edição, 1992-)
- *Policy Sciences* (1980-)
- *Public Roads* (1980-)
- *Recherche - Transports - Sécurité (RTS)* (1984-)
- *Risk Analysis* (1981-)
- *Samferdsel* (1970-)
- *Safety Science* (Antigo Journal of Occupational Accidents) (1980-)
- *Strassenverkehrstechnik* (1980-)
- *Traffic Engineering and Control* (1970-)
- *Traffic Injury Prevention* (2000-)
- *Trafikken og Vi* (1970-)
- *Transportation Research* (series A e B) (1980-)

- *Transportation Research* (series C) (1993-)
- *Transportation Research* (series F) (1999-)
- *Transportation Research Record* (substituído por *Highway Research Record*) (1974-)
- *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* (1970-)

Presumivelmente, as revistas mais importantes são rastreadas desde 1970 ou a partir da primeira edição, se posterior a esta data. Periódicos menos importantes são pesquisados a partir das publicações de 1980. *Highway Research Record* cessou a circulação em 1974 e foi substituído por *Transportation Research Record*.

Série de Relatórios. São examinados relatórios publicados por diversos institutos de pesquisa e autoridades em vários países. Os relatórios minuciosamente investigados na pesquisa bibliográfica são:

- *Australian Road Research Board* (ARRB) (Conselho Australiano de Pesquisa Viária, Austrália): *Proceedings of ARRB Conferences* (1970-).
- *Beratungsstelle für Unfallverhütung* (BFU) (Escritório de Prevenção de Acidentes; Suíça): *BFU Reports* (1980-)
- *Bundesanstalt für Strassenwesen* (BASt) (Instituto Viário Federal; Alemanha): *Forschungsberichte der BASt* (1977); *Heft Unfall- und Sicherheitsforschung - Strassenverkehr* (1974-)
- *Kommunikationsforskningsberedningen* (KFB; TFB; TFD) (Suécia): *KFB, TFB, TFD-meddelanden* (cessou a circulação em 2001) (1977-2001); *KFB, TFB, TFD-rapporter* (cessou a circulação em 2001) (1977-2001)
- Faculdade de Engenharia da Universidade de Lunds (Suécia): Relatórios publicados pelo Departamento de Técnica de Trânsito (1977-)
- Conselho Nórdico Ministerial (Norden): *NORD-relatórios* (1980-); *NTR-relatórios* (1973-); *Relatórios de Trabalho e Seminário Nórdico* (1988-)
- Federação Nórdica de Engenharia Viária (Países Nórdicos) *NVF-relatórios* (1970-)
- Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OECD): *OECD-relatórios* (1970)
- Conselho de Segurança de Trânsito, Pesquisa de Transporte da Dinamarca (RfT, Dinamarca): *RfT-notas* (1969-2004); *RfT-relatórios* (1969-2004); *DTF-relatórios* (Pesquisa de Transporte da Dinamarca, 2005-)
- SINTEF (*Stiftelsen for industriell og teknisk forskning*- Fundação para a Pesquisa Científica e Industrial) /Engenharia de Transportes/NTH *Samferdselsteknikk* SINTEF/NTH-notas (1975-); SINTEF/NTH-relatórios (1975-)
- *Society of Automotive Engineers* (SAE; Sociedade de Engenheiros Automotivos) (EUA): *SAE Série de Ensaios Técnicos* (1980-)
- Statens Vegvesen (Cia. de Estradas Públicas, Noruega): *Série de Manuais da Statens Vegvesens* (1980-); *Publicações da Vegdirektoratet e vegkontorene* (1980-)
- Instituto de Pesquisa de Transporte e Estradas (VTI) (Suécia): *VTI-meddelanden*,
- VTI-publicações, VTI-notas, VTI-reimpressões (1975-)
- SWOV (Holanda) *SWOV relatórios*, reimpressões, relatórios de conferências, etc., publicados pela SWOV (1970)
- Instituto de Economia do Transporte (TØI) (Noruega): *TØI-documentos de trabalho*, anotações, relatórios, folhetos e outras publicações (1970)
- Laboratório de Pesquisa de Transporte do Reino Unido (TRL; TRRL; RRL) (Grã-Bretanha): *TRL Relatórios do Contratante* (1985-); *TRL, TRRL, RRL Relatórios de Pesquisa*, *TRRL Relatórios Suplementares* (1965-)
- Departamento de Transporte dos EUA (EUA): *Relatórios da Administração Federal de Estradas e Relatórios de Administração Federal de Segurança no Trânsito* (1980-)
- Conselho de Pesquisa de Transporte dos EUA (TRB) (EUA): *Boletim do Conselho de Pesquisa de Rodovia/Transporte*, *Relatórios do Programa de Pesquisa Viária da Cooperativa Nacional* (1970-), *Relatórios Especiais e Relatórios da State-of-the-Art* (1980-)
- Vejdirektoratet (Dinamarca): *Relatórios de vários departamentos da agência* (1980-)

Os anuários que foram examinados das diferentes séries de relatório abrangem todo o período de suas existências. Para as séries de relatórios consideradas menos importantes, foram examinados somente aqueles colocados em circulação a partir da década de 1980.

Relatórios de conferências. A cada ano, ou com outros intervalos regulares, são mantidas conferências e seminários que tratam questões internacionais de segurança viária. Normalmente são publicados relatórios de tais conferências (*proceedings*) contendo as mensagens e informações nelas apresentados. Todos os relatórios de conferências realizadas regularmente foram submetidos à análise. Isto se aplica a seguinte série de conferências:

- Álcool, drogas e Segurança no Trânsito (ocorre a cada três anos) (1971-)
- Fórum de Transporte Europeu (anual) (1985-)

- Segurança Viária na Europa (VTI et al.) (bienio) (1985-)
- Segurança Viária nos quatro Continentes (VTI e TRB) (bienio) (1985-)
- Encontro Anual TRB (anual) (1985-)
- Fórum de Transporte (anual) (1989-)

Além das conferências regulares, realiza-se uma série de outras conferências. Os relatórios dessas conferências também foram pesquisados.

Pesquisa bibliográfica na biblioteca do Instituto de Economia do Transporte - TØI (Noruega) Foi realizada uma busca na literatura sobre os efeitos das medidas de segurança viária na biblioteca de TØI utilizando palavras-chave. Dessa maneira, foram encontrados e utilizados estudos que não estão disponíveis por outros métodos de pesquisa. Nessa busca na literatura não se colocou qualquer limite de tempo de publicação.

Bancos de dados bibliográficos. Foi pesquisada a literatura de quatro bases de dados bibliográficas internacionais. São: *TRANSPORT* no banco de dados da *Silverplatter*, *ROADLINE* no banco de dados do VTI (Instituto de Pesquisa de Transporte e Estradas, Suécia), Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico no IRRD (Documentação Internacional de Pesquisa viária) e *Scencedirect* que inclui revistas científicas publicadas pela *Elsevier Science*.

Através da pesquisa bibliográfica da literatura nos jornais, séries de relatório e relatórios de conferências etc. mencionados acima, um grande número de estudos sobre os efeitos das medidas de segurança viária foram encontrados. Muitas dessas buscas fornecem referências para outras investigações sobre o que não é diretamente encontrado de forma sistemática. Essas pesquisas são elaboradas a partir de títulos e assuntos considerados relevantes. Tal método de pesquisa não garante cem por cento de precisão. Quando se estipula e ordena uma literatura a ser pesquisada com base em listas preestabelecidas, quase sempre se sente falta de alguns estudos que são relevantes que talvez não se encaixem nessa lista. Por outro lado, estudos predeterminados podem mostrar-se irrelevantes ao longo do trabalho.

2.2 QUAIS TIPOS DE PESQUISAS RECEBERAM ESPECIAL ÊNFASE PARA SEREM ENCONTRADAS?

Foi dada uma grande ênfase em encontrar estudos que quantificassem o impacto dessas medidas sobre

o número de acidentes, riscos acidentes, número de lesões ou risco de lesão. Estudos que, ao invés de acidentes e lesões, trata de, por exemplo, conflitos entre condutores ou mudanças comportamentais dos usuários das vias como resultado de uma medida de trânsito, foram considerados como menos relevantes. Um dos motivos é que não há uma evidência conhecida da ligação entre diferentes formas do comportamento individual com acidentes ou risco. Outra razão é que o objetivo final de todas as medidas de segurança viária é reduzir a expectativa de número de acidentes e lesões. Para que diferentes medidas possam ser consideradas adequadas, elas devem apresentar efeitos diretos sobre acidentes ou lesões.

Isso não significa que o comportamento do condutor não seja interessante. Pelo contrário, eles podem, complementar o levantamento dos números de acidentes, tornando-os mais valiosos. Por exemplo, há maiores razões para se acreditar em uma pesquisa onde foram medidas tanto as alterações na velocidade quanto as alterações no número de acidentes, e descobriu que as mudanças estão intimamente relacionadas entre si; do que em uma pesquisa que apresenta somente os números da velocidade ou acidentes.

2.3 SELEÇÃO DE PESQUISAS

Os estudos encontrados através da pesquisa bibliográfica são organizados e separados de acordo com a medida ou medidas de segurança de trânsito das quais tratam. Algumas pesquisas tratam de várias medidas ao mesmo tempo e, portanto, são referidas diversas vezes no Manual de Segurança Viária. A maioria dos estudos, entretanto, leva apenas em conta o efeito de uma medida de segurança em particular.

A carência de algumas investigações está ligada à falta de análise detalhada da medida em foco. Essa falta de precisão pode tornar difícil saber ao certo a qual medida a pesquisa se refere. Por exemplo, uma pesquisa sobre controle policial será dificilmente determinada e percebida como tal, se tratar diretamente sobre controle de velocidade, equipamentos de proteção pessoal (PPE) e outros comportamentos isolados (Vaa, 1993). Nesses casos, uma “interpretação livre” é assumida. Isto significa que pesquisas que possam ser relevantes para diferentes medidas são vinculadas entre si.

Tem sido tradicionalmente considerado vantajoso que uma pesquisa traga o efeito de somente uma medida de segurança viária específica. No entanto, pode-se perguntar se isso é sempre o mais útil para quem irá planejar e implementar medidas de segurança viária. É comum que um conjunto de medidas seja combinado em um programa. Em seguida, precisa se conhecer os efeitos totais apresentados pelo programa. Não é certeza que o resultado de um programa de segurança viária seja igual à soma dos efeitos das medidas individuais das quais consiste o programa. Uma ação pode ser mais eficaz quando implementada em conjunto com outras do que isoladamente. Ex. mostrou-se que, em combinação com o uso do cinto de segurança, o AIS

é eficaz na redução das lesões. Sem o uso do cinto de segurança, o airbag não tem nenhum efeito na redução das lesões. As medidas também podem “engolir” o efeito umas das outras. Por exemplo, ao instalarem-se grades laterais nas rodovias, melhora-se simultaneamente o terreno adjacente. A grade vai prevenir que os veículos saiam da pista e os terrenos laterais, de maneira geral, receberão menos impacto dos acidentes.

2.4 META-ANÁLISE COMO UMA FERRAMENTA PARA RESUMIR OS RESULTADOS

Nesta edição do Manual de Segurança Viária, os resultados encontrados nas pesquisas sobre os efeitos das diferentes medidas em acidentes e lesões são resumidos usando, quando possível, meta-análises. Como meta-análise, entende-se a combinação numérica e resumo dos resultados de vários estudos sobre a mesma medida, em termos de resultado médio ponderado (Elvik, 2005c; Borenstein et al. 2009). Como parte da meta-análise, estuda-se os fatores que afetam os resultados médios ponderados e suas incertezas estatísticas. As meta-análises podem ser realizadas quando:

- existem vários resultados que podem ser expressos como um resultado comum e
- quando é possível calcular a margem de erro estatístico da associação entre os resultados (por exemplo, com base no número de acidentes incluídos no estudo).

A metodologia da meta-análise das pesquisas sobre os efeitos das medidas de segurança viária é descrita nos próprios relatórios (Christensen, 2003; Elvik, 2005c; Borenstein et al. 2009). Aqui são descritos

somente os principais aspectos, de modo que o leitor possa compreender os resultados apresentados nos capítulos.

2.4.1 Aspecto principal em meta-análise: Função logarítmica da meta-análise

A unidade em uma meta-análise é uma estimativa de efeito, ou seja, uma estimativa numérica das mudanças no índice de acidentes, risco de acidente, número de lesões, grau do dano ou risco de lesão que a pesquisa atribuiu a medida investigada. Um resultado do tipo “nenhuma mudança significativa nos índices de acidentes foram comprovados” não pode ser incluído em uma meta-análise, se o resultado também não for descrito de forma mais concreta. Uma pesquisa pode conter mais de um resultado ao mesmo tempo. Nesses casos, todos os resultados, ou os resultados mais importantes, são utilizando nas meta-análises.

1. *Cálculo das estimativas de efeito* A partir de cada pesquisa calcula-se um ou mais efeitos estimados (estimativa de efeito), geralmente sob a forma de relação de possibilidades.
2. *Cálculo de peso estatístico* Para cada estimativa de efeito calcula-se um peso estatístico utilizado no cálculo dos efeitos da média ponderada.
3. *Escolha do modelo*: A meta-análise pode ser realizada com dois modelos diferentes. Quando todos os resultados obtidos podem ser considerados como representantes de um mesmo efeito, o modelo chamado efeito fixo (“*fixed effects*” (FE)) é usado. Quando há variação sistemática em estimativas dos efeitos dentro ou entre as pesquisas, deve-se utilizar o modelo chamado efeito aleatório (“*random effects*” (RE)) para evitar que a margem de erro no efeito geral seja subestimada.
4. *Cálculo dos efeitos combinados*: Efeitos combinados são calculados como média ponderada das estimativas de efeito.
5. *Cálculo dos intervalos de confiança*: Os intervalos de confiança são calculados em torno dos efeitos combinados que mostram a dimensão da incerteza estatística relacionada ao resultado. São geralmente calculados intervalos de confiança de 95%.

Em alguns casos, descrevem-se os efeitos de uma medida sob a forma de uma função, e não como um ou mais números que mostram a variação percentual no número de acidentes ou no número de pessoas

feridas. Funções que mostram os efeitos das medidas são normalmente calculadas utilizando uma regressão ponderada. A partir daí, a cada ponto de dados que está na base da função é atribuída uma ponderação estatística de acordo com um modelo de efeito comum (FE) ou um modelo de efeito aleatório (RE); ver cálculo dos pesos estatísticos abaixo.

Cálculo das estimativas de efeito: Razão de possibilidade Estimativas de efeito calcula-se como razões de possibilidades que medem e relacionam o número de acidentes ou risco acidentes, com e sem uma determinada medida. Em uma razão de possibilidade de 0,87, por exemplo, significa que o risco com a medida é 0,87 vezes maior que o risco sem a medida, e isso quer dizer que o risco é 13% menor com a medida do que sem ela. Quando a razão de possibilidades é de 1,13, o risco 1,13 vezes maior, ou seja, 13% maior com a medida do que sem a medida. Uma razão de possibilidades tem uma fórmula geral.

$$\text{Estimativas de efeito} = (A/B) / (C/D)$$

Onde A, B, C e D é o número de acidentes (ou feridos ou mortos) com e sem medidas em diferentes grupos de, por exemplo, condutores, rodovias, etc. Quando a razão de possibilidades é calculada utilizando um estudo de antes e depois com um grupo controle, tem-se:

A = Número de acidentes no grupo experimental após o vigor da medida

B = Número de acidentes no grupo experimental antes do vigor da medida

C = Número de acidentes no grupo controle após o vigor da medida

D = Número de acidentes no grupo controle antes do vigor da medida

Em uma análise simples de antes e depois, os números de exposição de C e D serão, por exemplo, um milhão de quilômetros rodados. C e D simplesmente desaparecem nesse tipo de estudo ou no estudo com-sem exposição numérica ou grupo de controle (tais resultados são incluídos apenas se a exposição entre A e B for comparável). Num exemplo de estudo ‘com-sem’ exposição numérica, seriam A e B o números de acidentes (ou feridos ou mortos) no grupo experimental com as medidas e outro sem as medidas de segurança. C e D seria o número de acidentes (ou feridos ou mortos) num grupo de controle onde não se espera que a medida seja relevante, com e sem a medida.

Considere, por exemplo, que um levantamento revela 75 acidentes numa rodovia X antes de uma medida e 23 acidentes na mesma rodovia, após a medida ser implementada. Em um trecho controle acontecem 67 acidentes antes e 25 acidentes depois da medida ser adotada na rodovia X, mas sem que a ela sejam atribuídas outras medições. A razão de possibilidades é, então, $(23/75) / (25/67) = 0,307 / 0,373 = 0,822$. Isto corresponde a uma redução de acidentes de 17,8% (sob a suposição de que a medida é a única diferença entre as duas seções).

Em algumas pesquisas, a razão é calculada com base nos resultados de modelos multivariados. As estimativas de efeito podem, então, ser interpretadas da mesma forma que razões regulares.

Cálculo dos pesos estatísticos. Os pesos estatísticos são calculados de maneiras diferentes para diferentes tipos de esquema de estudo, mas sempre dependem do número de acidentes ou lesões. O valor numérico dos pesos estatísticos fornece uma noção da dimensão da base dos dados, calculado no número de acidentes ou feridos, no qual o resultado é baseado. Quanto maior o número de dados, mais preciso é o cálculo do efeito. Na parte introdutória de cada capítulo principal, o valor numérico do peso estatístico dos resultados é apresentado da mesma forma que nos capítulos sobre a medida propriamente dita. Na presente seção, é descrito apenas como são calculados pesos estatísticos no modelo de efeito fixo, onde se pressupõe que todos os resultados representam um efeito comum, sem variação sistemática entre os resultados individuais.

O peso de estimativas de efeito individuais é o inverso da variação do logaritmo natural das estimativas de efeito, assim que quanto maior for o peso do resultado, menor será a variação (ou seja, a margem de erro) associada a eles. O peso é calculado como função logarítmica natural da razão de possibilidades, por ela não ser simétrica e, por conseguinte, naturalmente indivisível (razões de possibilidades não podem, por exemplo, ser menor que 0, mas teoricamente podem ser infinitamente maiores). A variância é apenas um alvo significativo quando se pode pressupor uma distribuição normal (ou gaussiana), o que é o caso com o logaritmo da razão de possibilidades. A variância do logaritmo de uma razão de possibilidades é:

$$\text{Variância} = \frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D}$$

Nas pesquisas que não utilizam nenhum grupo de controle, 1/C e 1/D, são descartadas. Isto também se aplica às pesquisas em que os acidentes foram calculados como número de acidentes por quilômetro percorrido.

Quando o número de acidentes de um resultado não é fornecido, mas é especificado um intervalo de confiança para o resultado, o peso estatístico é calculado com a ajuda do intervalo. O peso pode ser calculado como uma função da estimativa de efeito o que diminui (ou aumenta) o limite de 95% de um intervalo de confiança:

$$v_i = \left(\frac{1,96}{\text{LN}(e_i) - \text{LN}(\text{Limite inferior do intervalo de confiança})} \right)^2$$

Onde e_i são estimativas de efeito; i e v_i são o peso v para a estimativa.

Da mesma forma, o peso também pode ser calculado quando apenas o intervalo de confiança é conhecido ou quando existe alguma informação sobre o desvio-padrão ou significância. Este método é geralmente utilizado quando os resultados de uma pesquisa são calculados com modelos estatísticos, por exemplo, com modelos de regressão. Nesses estudos, o peso estatístico não depende somente da quantidade de dados de resultados nos quais se baseiam, mas também da capacidade do modelo de regressão de prever o risco de acidentes.

Escolha do modelo: Efeitos fixos versus Efeitos aleatórios. Quando o peso estatístico e efeitos cumulativos são calculados conforme descrito na seção anterior, corresponde a um modelo de efeito fixo (FE) da meta-análise. No modelo FE há um pressuposto implícito de que todos os efeitos incluídos na meta-análise representam o mesmo efeito “verdade”, ou seja, que não há variação sistemática ou heterogeneidade nas estimativas de efeito (por exemplo, porque podem existir diferenças sistemáticas entre pesquisas). Quando há heterogeneidade nas estimativas de efeito, um modelo FE não é adequado, entre outros, porque os intervalos de confiança em torno dos efeitos acumulados são subestimados. Um modelo de efeito aleatório (RE) deve, então, ser utilizado, por levar em conta não apenas a variação aleatória, mas também a sistemática nas estimativas de efeito. Quando não há heterogeneidade nos resultados, um modelo RE não é nem mais nem menos adequado do que um FE. Os resultados calculados pelos dois modelos são mais semelhan-

tes entre si e há menos heterogeneidade entre os resultados. Por isso, é preferível utilizar um modelo RE. No modelo RE, os pesos estatísticos são calculados como uma função do peso do modelo FE e uma meta de heterogeneidade. À parte de calcular os pesos estatísticos, os cálculos no modelo RE são idênticos aos do FE.

Se houver heterogeneidade, os resultados podem ser testados com ajuda da estatística de Cochran Q. Neste caso Q é calculado como:

$$Q = \sum_i v_{i(FE)} (e_i - \hat{e}_{(FE)})^2$$

onde $v_{i(FE)}$ é o peso estatístico de um resultado i , num modelo de efeitos fixos, e são estimativas de efeito i e $\hat{e}_{(FE)}$ o efeito combinado é calculado usando o modelo de efeitos fixos. Cochran Q é chi-quadrado (ou qui-quadrado) distribuído com $g-1$ graus de liberdade (g é o número de estimativas de efeito). Se o resultado for significativo, sugere-se que há uma variação sistemática, ou heterogeneidade, nas estimativas de efeito e que o modelo RE deve ser usado ao invés do modelo FE.

Cálculo dos pesos estatísticos no modelo de efeitos aleatórios. No modelo RE, pesos estatísticos são calculados como o inverso da variância. A variância é calculada, diferente do modelo FE, como a soma da variância no modelo FE e a variação sistemática entre os resultados. A variação sistemática entre os resultados é assim estimada:

$$\tau^2 = \frac{Q - (g - 1)}{C}$$

Onde Q é o Q de Cochran descrito no parágrafo acima, g é número de resultados e C é uma função estatística de pesos $v_{i(FE)}$ no modelo FE:

$$C = \sum_i v_{i(FE)} - \frac{\sum_i v_{(FE)i}^2}{\sum_i v_{i(FE)}}$$

O peso estatístico no modelo RE, $v_{i(RE)}$, é consequentemente:

$$v_{i(RE)} = \frac{1}{\frac{1}{v_{i(FE)}} + \tau^2}$$

O peso no modelo RE não depende somente do peso no modelo FE, mas também da variação sistemática entre os resultados. Um resultado, por conseguinte, pode ter pesos diferentes quando inserido em diferentes efeitos combinados. Quanto maior a variação sistemática entre os resultados, menor o peso no modelo RE e menores as diferenças entre os pesos em uma pesquisa de larga escala ou de menor escala.

Cálculo de efeitos combinados. Na meta-análise logarítmica as estimativas de efeito (razão de possibilidades) são combinadas através do cálculo da média ponderada dos logaritmos das razões de possibilidades:

$$\text{efeito geral} = \text{eksp} \left(\frac{\sum_i v_i \times \text{LN}(e_i)}{\sum_i v_i} \right)$$

onde v_i são os pesos estatísticos de estimativas de efeito, que se são calculados com modelo FE ou RE. Ex. de função exponencial (e.g. 2,71828 elevado à expressão entre parênteses).

Cálculo dos intervalos de confiança. Para ambos os modelos (FE e RE) pode-se calcular um intervalo de confiança de 95% para o efeito médio ponderado, ou seja, o intervalo que em 95% de todos os casos conterá o verdadeiro impacto de uma medida. Se “efeito nenhum” está fora do intervalo de confiança pode-se, por conseguinte, assumir que o efeito é muito provavelmente diferente de zero. Diz-se, então, que o efeito é significativo ou estatisticamente confiável. Se “nenhum efeito” não está dentro do intervalo de confiança, não se pode concluir com toda a certeza que o efeito é diferente de zero e diz-se que o efeito não é significativo ou estatisticamente confiável.

Os limites inferior e superior do intervalo de confiança são calculados como:

Limite superior / limite inferior =

$$\text{eksp} \left(\frac{\sum_i v_i * \text{LN}(e_i)}{\sum_i v_i} \pm \frac{1,96}{\sqrt{\sum_i v_i}} \right)$$

onde e_i são estimativas de efeito e v_i são os pesos (calculados tanto com o modelo fixo quanto com o modelo aleatório).

A maioria das meta-análises apresentadas no Manual de Segurança Viária são calculadas com o método RE. O método RE é mais adequado do que o FE quando há heterogeneidade nos resultados. Quando há pouca heterogeneidade, os resultados de FE e RE serão semelhantes. O método FE é utilizado quando o número de estimativas de efeito é muito pequeno para poder se usar o método RE. Nos capítulos que não foram atualizados depois de 1997, o método mais utilizado é FE.

Funções que descrevem os efeitos da medida. É cada vez mais necessário descrever os efeitos das medidas de segurança viária em termos de funções que mostram quantos acidentes foram alterados pelas mudanças na quantidade ou padrão de medidas, ou mudanças no contexto em que ela é implementada. Um exemplo é a função apresentada na Figura 2.1, que mostra as alterações no número de acidentes com feridos durante o período de uso de pneus cravejados (pneus com pregos que facilitam a rodagem na neve), como uma função da variação percentual da utilização de pneus cravejados.

A figura mostra que o número de acidentes aumenta quando o uso de pneus com pregos diminui. E conforme o uso dos pneus apropriados aumenta, o número de acidentes diminui. Há uma tendência para maiores alterações no número de acidentes quando o uso de pneus cravejados é reduzido abaixo de 25% do que quando se mantém acima dos 25%.

2.4.2 Generalização dos resultados

Em meta-análise, os resultados mais importantes são aqueles baseados em um número elevado de acidentes ou lesões. Resultados com base em poucos acidentes ou ferimentos não têm muita importância. Uma estatística limpa e precisa é o caminho a seguir, mas uma objeção comum à meta-análise, é que um resultado médio ponderado de uma série de estudos pode não fazer sentido, por misturar elementos inúteis para o conhecimento de algo. Por exemplo, é possível que diferentes pesquisas sobre uma medida tenham sido realizadas em condições diferentes (rodovias diferentes, ambientes de trânsito ou países) e, portanto, chegam a resultados diferentes. Então, pode ser enganoso misturar diferentes métodos para uma média que não representa nenhum deles. Também é possível que as pesquisas disponíveis para uma meta-análise não sejam representativas de todas as pesquisas que, em teoria, possam ter sido realizadas (e publicadas). Por exemplo, os

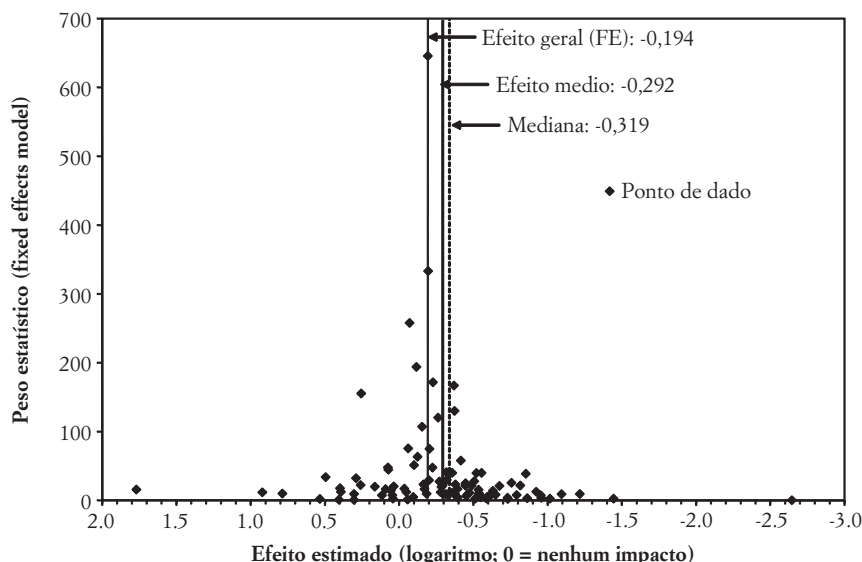


Figura 2.1: O diagrama de distribuição de resultados das pesquisas sobre os efeitos de iluminação da via sobre o número de acidentes sem grau especificado de lesão.

resultados são mais propensos a serem publicados quando eles mostram que as medidas tem um efeito positivo.

Uma das vantagens da meta-análise é que se pode investigar tais objeções separadamente. Desta forma, pode-se verificar a generalização de resultados, ou seja, saber o quão prudente e informativo é a apresentação de uma média ponderada com base em uma série de pesquisas. Um ponto de partida para tal controle é a análise de gráficos de funil. Um exemplo é o mostrado na figura 2.2.

O diagrama mostra 94 resultados de investigações sobre os efeitos de iluminação em rodovias sobre o número de acidentes com lesões sem grau especificado. O eixo horizontal mostra o logaritmo das estimativas de efeito. Valores abaixo de 0,0 significam que a probabilidade de ser ferido é reduzida, o valor 0,0 significa que é inalterada e valores acima de 0,0 significam que a probabilidade aumenta. O eixo vertical mostra o peso estatístico no modelo FE, para cada resultado. Quanto maior esse valor, maior o número de acidentes com lesões em que o resultado se baseia. Os pontos indicam resultados individuais. Além disso, há três objetivos na tendência principal dos resultados apresentados: o efeito combinado, que é calculado como uma média ponderada pelo modelo FE, o efeito médio, onde todos os resultados individuais têm o mesmo peso, e a mediana, que divide os resultados em dois grupos de mesmo tamanho acima e abaixo da mediana.

Ao estudar diagramas de funil, pode-se formar uma opinião sobre o quão informativo é um resultado médio ponderado. O diagrama informa, entre outros, sobre as seguintes características da distribuição de resultados: Modalidade, viés e sensibilidade de desvio.

Modalidade e dispersão dos resultados. Refere-se a quantos “solavancos” ou picos de distribuição de resultados têm. A Figura 2.1 mostra uma distribuição unimodal, isto é, uma distribuição em que os pontos de dados reúnem-se em torno de um vértice. Nesse tipo de distribuição, a média ponderada do resultado será, como mostrado na Figura 2.1, representativa do seu centro de gravidade por estar situada próxima a seu pico de distribuição. Uma distribuição bimodal é aquela que apresenta dois picos. Nela, a média ficará muitas vezes entre os dois picos, e, assim, será pouco informativa. Distribuições bimodais devem ser divididas em dois, e uma média calculada para cada moda (M_o).

Pode-se também imaginar distribuições sem nenhum padrão aparente, ou distribuições inexpressivas. Nelas, os resultados divergem, sem qualquer tendência clara em qualquer direção. Uma média pode então ser arbitrária e é importante destacar diferenças obscuras.

Há possibilidades estatísticas para gerenciar resultados não unimodais ou que já tenham sido tão amplamente difundidos que o cálculo do efeito combinado tornou-se questionável. Em primeiro lugar,

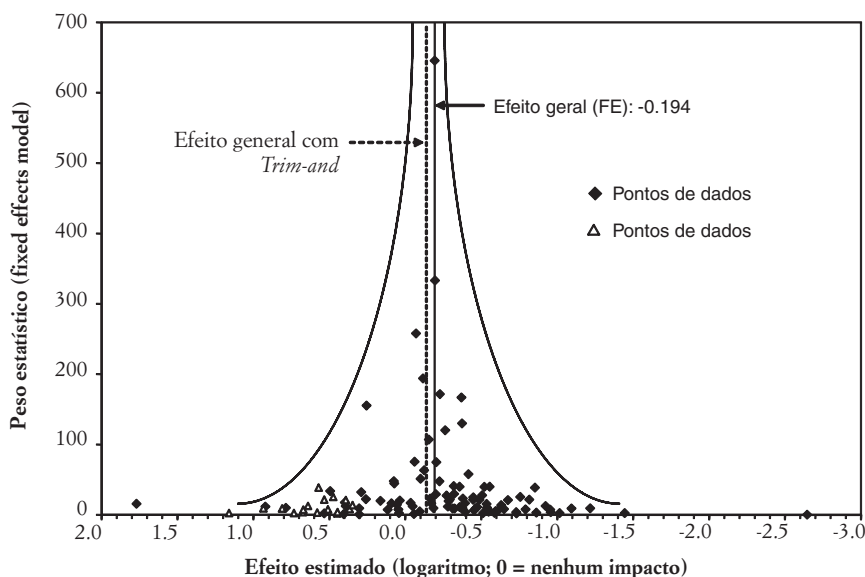


Figura 2.2: O diagrama de distribuição de resultados das pesquisas sobre os efeitos de iluminação da via sobre o número de acidentes sem grau especificado de lesão.

é testado se há heterogeneidade significativa nos resultados com o teste Q de *Cochran* tal como explicado acima em relação ao modelo ER. Um resultado significativo indica que há heterogeneidade e que os resultados possivelmente não são representativos de um efeito comum ou “verdade”. Em tais casos, o modelo ER é adotado. A vantagem é que a grande heterogeneidade nos resultados conduzirá a maiores intervalos de confiança no efeito combinado, logo sua confiabilidade não será superestimada (ver acima). O modelo RE tem em conta que há uma variação sistemática nos resultados, mas não a explica.

Outra possibilidade quando há heterogeneidade no resultado é tentar explicá-lo. Uma opção relativamente simples é dividir os resultados em grupos, tais como os impactos sobre os diferentes tipos de acidentes, as diferentes variantes das medidas ou vários tipos de pesquisas. Quando se encontra diferentes efeitos (efeitos combinados) em diferentes grupos de resultados, e quando a heterogeneidade dentro destes grupos é reduzida, ela ou as variáveis que foram usadas no agrupamento são consideradas relevantes para as proporções assumidas pelo efeito de uma medida.

Pode-se também tentar explicar a heterogeneidade desenvolvendo modelos para prever os efeitos de alguns estudos como uma função de uma ou mais variáveis predictoras ou independentes (meta-regressões). Elas podem, por exemplo, ser características da pesquisa. Modelos de regressão só podem ser calculados quando há suficientes estimativas de

efeito (uma regra prática é um mínimo de 10 estimativas de efeito por previsão no modelo de regressão). Quanto menos estimativas de efeito, maior a probabilidade de conseguir resultados aleatórios que não se poderia reproduzir em outras análises. Os resultados de modelos de regressão também são afetados pelas relações entre as variáveis predictoras. É, portanto, apropriado combinar meta-regressão com análises de subgrupo. Quando os resultados não corresponderem, a melhor conclusão é que não se pode tirar conclusões. Um possível problema com estes métodos é que se pode encontrar variáveis que “expliquem” a heterogeneidade por pura coincidência, ou seja, quando se passa muito tempo somente procurando, sempre se encontra algo, mesmo que de maneira totalmente assistemática.

Uma possibilidade que também deve ser considerada quando há grande (ou inexplicável) heterogeneidade em resultados é deixar de calcular um efeito geral. Um efeito geral pode ser inútil quando a distribuição dos resultados é extremamente heterogênea e não monomodal. Indicações de tal distribuição são as grandes diferenças entre os resultados dos modelos RE e FE e intervalos de confiança muito grandes no modelo RE. Isto pode ser ilustrado com um exemplo numérico. São geradas 6 estimativas de efeito com uma distribuição que é altamente heterogênea e não monomodal. No exemplo, o efeito combinado é calculado com o modelo FE -57% (intervalo de confiança de 95% [-58; -55]). O resultado com o modelo RE é +6% (intervalo de confiança de 95% [-62; 195]).

A distribuição desigual dos resultados, ou viés. O viés na distribuição mostra como os pontos de dados são distribuídos em torno da média, ou seja, a forma como os resultados individuais são distribuídos em torno de um resultado médio ponderado. Se a distribuição for muito desigual, a média dará uma imagem enganosa de onde a maior parte dos resultados se encontra. Assim, o objetivo torna-se comparar efeito médio ponderado agregado entre média, valor da mediana e moda (Mo) na distribuição. O valor da mediana é a resultante que divide a distribuição exatamente no meio, de modo que metade dos resultados está à esquerda da mediana e metade à sua direita. Moda é o resultado com maior peso estatístico dentre resultados incluídos em uma distribuição. Em uma distribuição simétrica, esses valores coincidem ou se encontram próximos uns dos outros. Como se pode ver na Figura 2.1, esses três valores não estão distantes no diagrama de distribuição de resultados referente à iluminação da via. A mediana e a média estão um pouco mais para a direita, ou seja, na direção de uma maior redução no número de acidentes em vias com iluminação.

Viés de publicação. O viés pode ser simplesmente um resultado de um viés de publicação. O viés de publicação é quando estudos mostrando resultados não tão desejados não são publicados. Resultados “indesejados” podem ser, por exemplo, com efeitos insignificantes ou que mostrem que as medidas de segurança aumentam, ao invés de reduzir o número de acidente. O viés de publicação leva à conclusão de que o efeito combinado é superestimado em relação à realidade, ou seja, se todos os potenciais estudos (incluindo aqueles com resultados indesejáveis) estivessem disponíveis para meta-análise.

Há possibilidades estatísticas para detectar e corrigir o viés de publicação. Quando ele ocorre, é possível simular pesquisas supostamente “suprimidas” com o chamado método *trim-and-fill* (Christensen, 2003). Este método baseia-se no pressuposto de que quando existe viés de publicação, a distribuição de pesquisas no diagrama funil é enviesada. Assim, haverá uma falha do lado da distribuição, que não apresenta efeitos na direção desejada (normalmente a de redução de acidentes, isto é, à direita na Figura 2.1). Tal deficiência é particularmente encontrada em pequenos estudos, pois aí os efeitos, para serem significativos, devem ser maiores do que os encontrados em grandes pesquisas. Com o método *trim-and-fill*, calculam-se estimativas de efeito e pesos para simulação de “novas” pesquisas, a fim de que a distribuição fique simétrica. É calculado um

novo efeito geral baseado nas pesquisas originais e simuladas. Este efeito é assumido como o mais próximo do que se deveria encontrar sem o viés de publicação. A Figura 2.2. mostra os resultados de uma análise de *trim-and-fill* dos efeitos da iluminação da via em acidentes. Os triângulos no lado esquerdo da distribuição são os resultados dos “novos” estudos simulados. A forma funil desenhada em torno dos pontos de dados que ilustram a distribuição tornou-se mais simétrica com análise *trim-and-fill*. O efeito total baseado em ambas as pesquisas, originais e simuladas, está suavemente mais para a esquerda, o que significa que a estimativa de redução de acidentes é um pouco menor do que o efeito combinado como mostra na pesquisa original (15% de redução de acidentes com *trim-and-fill* no lugar de 18% na original). O efeito combinado calculado com modelo RE na análise *trim-and-fill* está, também, mais perto do meio da distribuição e também do efeito combinado calculado com modelo FE, calculado na análise *trim-and-fill*.

Outras formas de viés. O desvio na parte de estimativas de efeito também pode aparecer por conta de outros efeitos que não o viés de publicação. Quando resultados relativos a diferentes graus de lesão são combinados em um diagrama funil, a distribuição pode ser tão desigual como se tivesse ocorrido um viés de publicação. Muitas medidas de segurança viária têm maior impacto sobre os acidentes mais graves do que em acidentes menos graves. São exemplos disso: a iluminação viária, barreiras de segurança, rotatórias, controle eletrônico de estabilidade, cintos de segurança, entre outras medidas. Os estudos de tais medidas provavelmente encontrarão efeitos maiores sobre acidentes fatais do que sobre acidentes com danos materiais. Além disso, os pesos estatísticos para resultados nos acidentes fatais serão menores do que em resultados relativos aos acidentes com danos materiais, uma vez que esses são mais frequentes do que os primeiros. A distribuição do resultado pode, portanto, sugerir que há viés de publicação. Isto é ilustrado no exemplo da figura 2.3, que mostra os mesmos resultados que a figura 2.2.

A distribuição de resultados na Figura 2.3 mostra que os que se aplicam a fatalidades têm menor peso estatístico e a maioria está mais à direita (maiores reduções no número de acidentes) do que os resultados com quaisquer outros graus de lesões. Isto indica que a análise *trim-and-fill* descrita não deveria ter sido realizada com estes resultados, uma vez que a distribuição desigual pode ser explicada através

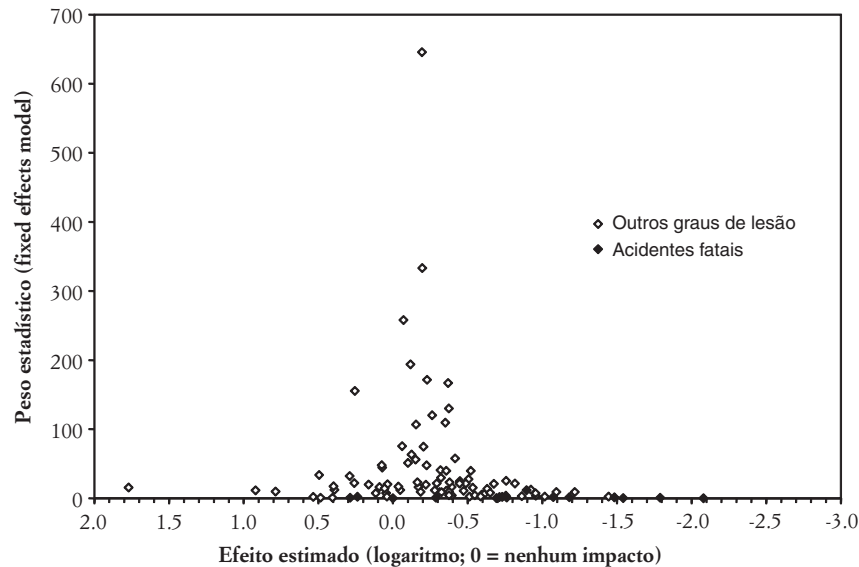


Figura 2.3: O diagrama de distribuição é referente à pesquisa de efeitos de iluminação da via sobre o número de acidentes fatais entre outros.

da mistura de vários graus de lesões. Em outras palavras, o problema é tentar mensurar o que não se pode agrupar, assim, efeitos combinados (e análises *trim-and-fill*) devem ser, preferencialmente, calculados para cada grau da lesão.

Sensibilidade do desvio. Mostra a influência sofrida pela média numa distribuição onde um único resultado é atípico (*outlier*). Um único resultado anômalo, quando forte, é decisivo no conjunto de resultados por ser altamente representativo. A sensibilidade do desvio pode ser testada por meio do cálculo da média de $n-1$, onde um resultado um a um é omitido e comparam-se estas novas médias, com a média de todos os resultados de n . Se não for possível encontrar algumas diferenças, o resultado da média ponderada é sólido sobre os resultados anômalos. Esta análise depende muito do número de resultados que são incluídos em um efeito combinado. Quando há muitas estimativas de efeito, essas individualmente diferirão do efeito combinado num grau muito maior do que quando são poucas estimativas. Além disso, não existe um critério objetivo que distinga entre os resultados “normais” e “anômalos”. Resultados que parecem ser anômalos não são, portanto, normalmente excluídos da análise.

2.4.3 Classificação dos graus de danos

Para as medidas que atuam diretamente sobre o número de acidentes, há uma distinção entre a gravidade dos acidentes:

- *Acidente fatal*: Acidentes onde pelo menos uma pessoa foi morta imediatamente ou dentro de 30 dias.
- *Acidente com dano pessoal*: Todos os acidentes com lesões pessoais comprovados. Na maioria dos casos, este também inclui mortes.
- *Acidentes com dano material*: Todos os acidentes que só levaram ao dano material, não lesões pessoais.
- *Acidentes de grau não especificado de dano*, são aqueles que na maioria dos casos, possuem ao mesmo tempo fatalidades, danos pessoais e materiais, mas com proporções desconhecidas.

Para as medidas que atuam principalmente sobre o grau dos danos nos acidentes, muitas vezes há uma distinção entre lesões fatais, graves e leves. Na Noruega ferimentos graves e muito graves também são distinguidos.

Não há nenhuma definição padrão sobre o assunto na literatura. Normalmente, faz-se uma divisão segundo os procedimentos que cada dano necessita. Ferimentos graves são geralmente definidos como lesões tratadas necessariamente em hospital, para onde esses feridos são encaminhados e internados. Lesões leves são aquelas tratadas no hospital, porém sem internação. Danos materiais são aqueles tratados fora do hospital.

Existem várias escalas utilizadas amplamente na classificação de danos: *Abbreviated Injury Scale* (AIS, Escala de Danos Abreviada), *Maximum Abbreviated*

Injury Scale (MAIS, Escala de Danos Abreviada ao Máximo) e *Injury Severity Score* (ISS, Pontuação de Severidade de Danos). A escala AIS tem sete valores. AIS 6 é uma lesão que leva à morte, AIS 3, 4 e 5 são lesões graves e muito graves, AIS 2 é uma lesão moderada. AIS 1 é uma lesão mais leve, e AIS 0 está ileso. É calculado um valor de indenização a cada uma das nove regiões do corpo. A escala MAIS é baseada na AIS. O valor que uma pessoa ferida recebe na escala MAIS é o mais alto do que o que se pode receber na escala AIS. ISS é derivado de escala AIS e tem valores de 1 a 75. As 9 regiões do corpo definidas pela escala AIS são reagrupadas em 6. ISS é um valor total de danos que se calcula somando os quadrados dos valores de três regiões do corpo, com os mais altos valores de AIS. Se uma região do corpo tem uma lesão classificada como AIS 6, o valor ISS é 75.

A utilização dessas três escalas pode ser ilustrada de tal forma: A pessoa A tem uma lesão muito grave na cabeça (AIS 5) e uma lesão mais leve no joelho (AIS 2). O valor MAIS é 5. A Pessoa B tem a mesma lesão no joelho (AIS 2), e nenhuma lesão na cabeça, o valor MAIS é 2. Na escala ISS o valor para a pessoa A é $2^2 + 5^2 =$ ISS 29. Para a pessoa B é o valor ISS $2^2 =$ ISS 4. A pessoa C tem o mesmo lesão que a pessoa A, mas morre de traumatismo craniano. Lesão na cabeça deve ser classificada como AIS 6. A pessoa C tem MAIS 6 e ISS 75.

2.4.4 Apresentação dos resultados da meta-análise do Manual de Segurança Viária

No Manual de Segurança Viária os resultados de pesquisa sobre uma medida são sempre agrupados pelas seguintes características:

- Variantes da medida
- Grau de severidade de acidentes e danos.
- Tipo de acidente que são afetados

Os resultados são apresentados como as melhores estimativas das medidas e intervalos de confiança de 95%. Um resultado é interpretado como vantajoso para a medida quando se verifica uma grande e estatisticamente significativa redução no número de acidentes ou danos. Na interpretação dos resultados devem-se levar em conta algumas possíveis limitações.

Tamanho de efeito. Quando uma medida surte um grande efeito é considerada eficaz. Deficiências metodológicas dos estudos e viés de publicação também podem contribuir para os grandes efeitos

encontrados. Dá-se uma grande importância para que as meta-análises sejam baseadas nas melhores pesquisas metodológicas. Uma discussão mais detalhada sobre os pontos fortes e fracos dos diferentes métodos utilizados na pesquisa sobre os efeitos das medidas de segurança viária em acidentes ou ferimentos é dada no Capítulo 5. No entanto, não é sempre que há boas pesquisas metodológicas e nem sempre é fácil avaliar a qualidade metodológica dos estudos. Quando há um número suficiente de resultados, eles são (em análises realizadas após 2000), testados pelo viés de publicação. Quando é encontrada evidência de viés de publicação, os resultados são apresentados com e sem seu controle.

Significância estatística e intervalos de confiança: Os resultados podem ser estatisticamente significantes, independentemente da qualidade metodológica de suas pesquisas. Os intervalos de confiança podem ser pequenos quando as pesquisas são baseadas em muitos acidentes, mesmo que elas sejam de baixa qualidade. O intervalo de confiança é também influenciado pela composição dos estudos incluídos na análise. Quanto mais heterogêneos os resultados, maior será o intervalo de confiança. Uma vez que em todas as análises em que é possível utilizar um modelo RE, os intervalos de confiança aumentam à medida que aumenta a heterogeneidade nos resultados. Um grande intervalo de confiança pode, portanto, significar duas coisas: Elevada incerteza estatística nos resultados individuais ou heterogêneos. Quando os resultados são heterogêneos, tenta-se identificar os fatores que podem explicar essa heterogeneidade.

2.5 GARANTIA DE QUALIDADE DO MANUAL DE SEGURANÇA VIÁRIA

Para garantir uma boa qualidade do trabalho profissional no Manual de Segurança Viária, realizou-se uma revisão interna, onde cada capítulo foi lido e comentado por pelo menos um pesquisador do TØI que tem experiência no assunto tratado. Além disso, muitos capítulos foram enviados para pessoas conceituadas na Agência Viária com experiência na própria área em questão. Finalmente, foi preparado um grande número de artigos em revistas científicas internacionais com esquema de revisão pelos pares com base no Manual de Segurança Viária. O Manual de Segurança Viária é o resultado de um trabalho muito extenso. Embora tenha sido buscada uma garantia de qualidade em todas as fases da obra, certamente o livro contém erros. Pedimos para que se façam notar os erros que os leitores eventualmente encontrem no livro.

3.1 ACIDENTES RELATÁVEIS COM VÍTIMAS

A principal fonte de informações sobre acidentes com vítimas na Noruega são os dados registrados pela polícia. Por meio dela, nos últimos 20 anos foram informados entre 8.000 e 9.000 acidentes anuais com vítimas e entre 11.000 e 13.000 pessoas feridas. Os números mostram uma clara tendência de diminuição a partir de 2008, e a obrigação de comunicar acidentes com lesão à polícia está prevista no Código de Leis de Trânsito.

No Código de Trânsito, parágrafo 12, artigo terceiro, lê-se: “Em caso de acidente de trânsito que resulte em morte ou lesão corporal e se esse dano não for insignificante, os envolvidos no incidente devem se assegurar de que a polícia seja notificada o mais rápido possível sobre o ocorrido.” A expressão “acidente de trânsito” designa acidentes em que pelo menos um veículo motorizado em movimento está envolvido. Com base nas disposições do Código de Trânsito sobre a obrigatoriedade de notificação

dos acidentes com vítimas, podem-se distinguir três grupos principais que ocorrem nas vias públicas. A figura 3.1 mostra esta divisão.

Os acidentes sem veículos envolvidos, ou seja, entre pedestres, não são definidos como acidentes de trânsito pelo Código de Trânsito; portanto, acabam não sendo comunicados, independentemente do grau das lesões causadas. Acidentes em que estão envolvidos veículos são relatáveis quando incorrem em lesões não desprezíveis. O Código de Trânsito não define lesão insignificante, mas um possível critério para isso é se o ferido necessita de tratamento médico ou não. Uma lesão que é tão pequena a ponto de não precisar de médico ou de hospital para tratamento deve ser considerada insignificante.

Por veículos entendem-se todos os motorizados e bicicletas. Isso significa que os acidentes de trânsito em que apenas motos estão envolvidas (como o único tipo de veículo) deverão ser relatáveis se envolverem lesões físicas não desprezíveis. Existem três

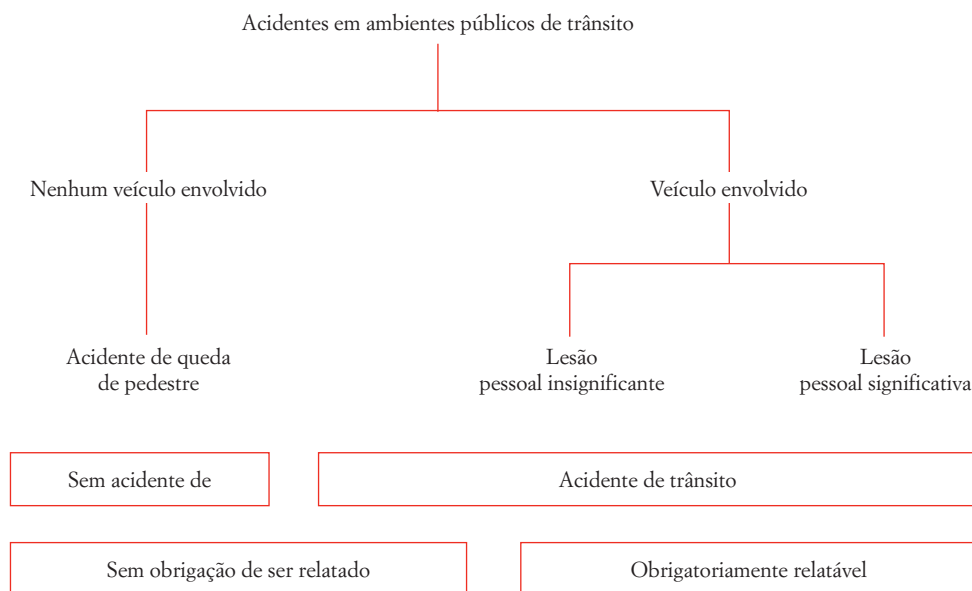


Figura 3.1: Definição de um acidente de trânsito obrigatoriamente relatável envolvendo vítimas (Borger et al., 1995).

tipos de acidentes relatáveis sem veículos motorizados envolvidos:

- Acidentes individuais com bicicleta (declive, capotamento)
- Colisões entre bicicletas
- Colisões entre bicicleta e pedestre

Há uma diferença significativa no nível de informação entre acidentes relatáveis com e sem o envolvimento de veículos motorizados (Hvoslef, 1996).

3.2 GRAU DE NOTIFICAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO ENVOLVENDO LESÕES PESSOAIS NA NORUEGA E EM OUTROS PAÍSES

É conhecido o fato de que nem todos os acidentes envolvendo lesões pessoais são relatados por estatísticas oficiais. A figura 3.2 mostra as fontes de erros e perda de informações nas estatísticas.

A perda de informação acontece porque nem todos os acidentes são obrigatoriamente notificáveis (ver seção anterior). Além disso, nem todos os acidentes relatáveis são comunicados, e entre esses acidentes, nem todas as informações são registradas. Na Noruega, por exemplo, o uso do cinto de segurança se mostrou desconhecido por cerca de 50% de todos os condutores mortos ou feridos e cerca de 30% de todos os condutores mortos. Eventualmente, a informação registrada nem sempre é correta.

Hauer e Mulcher (1988) examinaram as implicações de relatórios incompletos e imprecisos em resultados de estudos. Uma das principais implicações é o aumento da incerteza sobre os efeitos estimados de

uma medida de segurança, e praticamente todos os estudos de acidentes se baseiam em dados de estatísticas oficiais.

Elvik e Mysen (1999) realizaram uma meta-análise dos relatórios de acidentes incluídos nas estatísticas oficiais com base em 49 estudos de 13 países. A pesquisa baseia-se em estudos anteriores de Borger (1995), Hauer e Mulcher (1988), Hvoslef (1994) e James (1991), mas também inclui vários estudos recentes. O grau de notificação nessa meta-análise é definido como sendo a cota de acidentes relatados à polícia.

Grau de notificação na Noruega. Uma série de estudos mostra que os acidentes com lesões pessoais comunicados à polícia estão longe de ser a totalidade prevista pelo Código de Trânsito, isto é, os acidentes relatáveis. Hvoslef (1996) e Borger (1995), entre outros, resumiram os resultados dessas investigações. A tabela 3.1 mostra uma comparação do número calculado como real de pessoas feridas em acidentes de trânsito em 1991 e o número indicado nas estatísticas oficiais.

Os números reais de danos são calculados com base nos registros de dano pessoal do Instituto Nacional de Saúde (agora Instituto de Saúde Pública). Esse registro, que existiu entre 1990 e 2002, era baseado nas notificações de ferimentos em quatro hospitais e clínicas de emergência em várias partes do país. O grau de notificação depende principalmente da existência de um veículo envolvido no acidente e do grau de dano. Em acidentes que envolvem veículos motorizados, o grau de informação fica em torno de 45 a 50%. Para os que não envolvem veículos motorizados, fica na faixa de 1 a 5%. Para todos

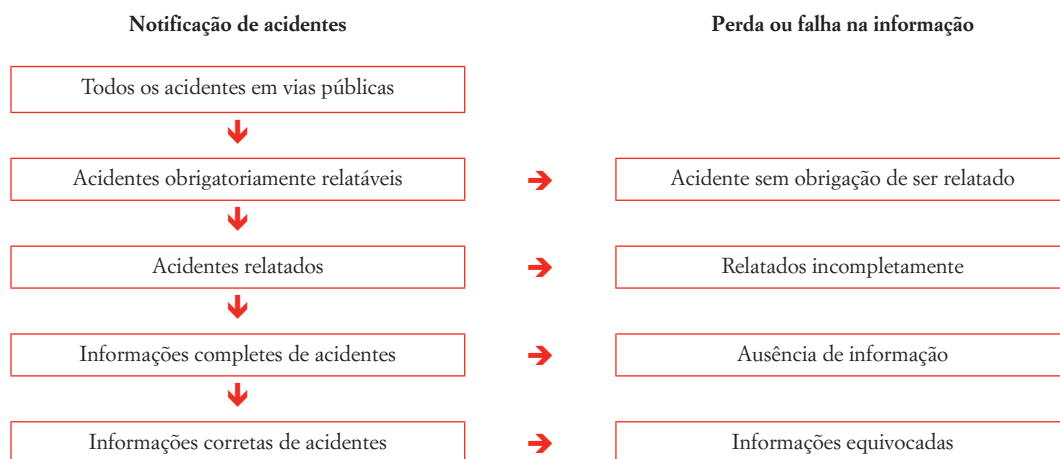


Figura 3.2: Fontes de perda e erros nas estatísticas oficiais de acidentes.

os acidentes relatáveis, o grau de acidentes relatados é de cerca de 33%, e essas porcentagens têm se mantido estáveis nos últimos anos (Borger et al., 1995). O Registro de Lesões Pessoais Norueguês foi encerrado em 2002. A intenção era que ele passasse a funcionar em hospitais, mas até agora isso não aconteceu. Por isso, não há dados mais recentes.

Além dos acidentes de trânsito obrigatoriamente relatáveis, ocorreram em 1991 cerca de 21.000 acidentes com vítimas, em que pedestres caíram em via pública. Várias pesquisas (Borger, 1991; Elvik, 1991; Guldvog et al., 1992; Hagen, 1995; Fórum de Prevenção de Lesões, 1996) estimam um número de acidentes de queda de pedestres entre 17.000 e 50.000. Esta discrepância é provavelmente devido às diferenças na forma como esses acidentes são definidos e delimitados em relação a outros tipos de acidentes no registro pessoal do Instituto Nacional de Saúde Pública. Há outra variação que depende de se somente acidentes relacionados ao trânsito são incluídos ou também os demais acidentes ocorridos em via pública.

O número de acidentes com danos considerados insignificantes é desconhecido. No entanto, em pes-

quisas sobre bicicletas realizadas em 1987 e 1992, os ciclistas declararam quantas lesões sofreram durante o ano anterior e quantas foram tratadas por médicos ou em hospitais. Uma análise desses números (Elvik, 1994B) mostra que cerca de 90% dos acidentes com bicicletas entre crianças e de 80% entre adultos levam a lesões *não* tratadas por um médico ou no hospital e, portanto, devem ser consideradas insignificantes.

Fatores que afetam o grau de notificação de danos.

O grau de relatórios de acidentes com lesões pessoais é afetado principalmente pelo dano, e se envolveu um veículo motorizado ou não.

Grau de dano. O grau de notificação de acidentes com gravidade variável de danos foi examinado na meta-análise de Elvik e Mysen (1999). Existem várias definições de gravidade em diferentes países. Na meta-análise distingue-se entre os seguintes graus de lesão ou danos: mortos, ferimentos graves, ferimentos leves, danos imateriais e danos materiais. O grau de notificação para vários graus de lesões é mostrado na figura 3.3. As linhas verticais indicam a variação do grau de comunicação encontrada nos diferentes levantamentos.

TABELA 3.1: O GRAU DE NOTIFICAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NA NORUEGA BASEADO NO REGISTRO DE LESÕES PESSOAIS DO INSTITUTO NACIONAL DA SAÚDE PÚBLICA E NO REGISTRO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO DO ESCRITÓRIO CENTRAL DE ESTATÍSTICA (Hvoslef, 1996).

Número de pessoas feridas				
Grupo de usuários da via	Escritório Central de Estatística	Saúde Pública	Grau de comunicação (%)	Fator de aumento
Acidentes relatáveis com veículos motorizados envolvidos				
Pedestre	1.149	2.521	45,6	2,2
Ciclista	847	2.000	42,4	2,4
Ciclomotorista	768	2.316	33,2	3,0
Motociclista	468	1.234	37,9	2,6
Pessoas no veículo	8.568	16.276	52,6	1,9
Outros veículos	64	589	10,9	9,2
Total	11.864	24.936	47,6	2,1
Acidentes relatáveis sem veículos motorizados envolvidos				
Pedestre atropelado por bicicleta	39	382	10,2	9,8
Ciclista com atropelamento de pedestre	0	39	0,0	Udef
Colisões entre bicicletas	37	1.490	2,5	40,3
Acidente de bicicleta individual	65	9.272	0,7	142,9
Grupo de usuários não especificado	29	68	42,6	2,3
Total	170	11.183	1,5	65,8
Todos os acidentes relatados	12.034	36.119	33,3	3,0
Outros acidentes de trânsito na via pública (não definidos como acidente de trânsito)				
Acidentes de pedestres	1	21.067	0,0	Indefinido

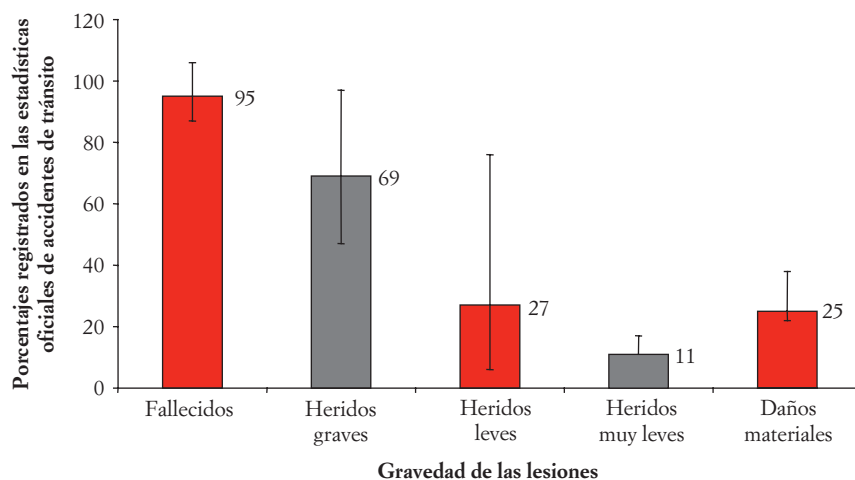


Figura 3.3: Média de relatórios para diferentes graus de danos (Elvik e Mysen, 1999).

Grupos de usuários e tipos de acidente. O grau médio de relatórios de acidentes com diferentes grupos de usuários da via envolvidos em diferentes países é apresentado na tabela 3.2.

No geral, o grau de notificação varia de país para país e, portanto, torna-se difícil comparar questões de segurança viária. O padrão das diferenças entre grupos de usuários da via e tipos de acidentes é consistente entre os países. A taxa de notificação é maior para os acidentes envolvendo veículos motorizados do que para outros acidentes, e menor para os ciclistas. Para colisões, a taxa é maior do que para acidentes individuais.

Outros fatores. Borger et al. (1995) pesquisaram os fatores que afetam o grau de notificação de acidentes com vítimas envolvendo veículos. A tabela 3.3 mostra os resultados dessa pesquisa. Os ferimentos graves são 2,6 vezes mais relatados que os ferimentos leves. Isso significa que o grau de notificação de lesões mais leves é, por exemplo, de 20% (chance de notificação = $20/80 = 0,25$) e o grau de notificação para os feridos graves é de 39% (chance de notificação = $0,25 \times 2,6 = 0,65$; correspondente a uma probabilidade de 39%). Os outros números na tabela podem ser interpretados da mesma forma.

TABELA 3.2: GRAU DE COMUNICAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO COM VÍTIMAS NAS VIAS DE ACORDO COM GRUPO DE USUÁRIO E PAÍS (Elvik e Mysen, 1999).

País	Veículo motorizado			Motocicletas			Ciclistas			Pedestres
	Todos	Condutores	Passageiros	Tudo	Colisões	Acidentes individuais	Todos	Colisões	Acidentes individuais	Todos
Austrália	73	79	66	53			7			69
Dinamarca	48			31	53	16	10	31	3	39
França	63			45			11			83
Alemanha	52			44			22			45
Grã-Bretanha	68	67	67	44			66	85	3	81
Holanda	63			56			24			49
Noruega	56	52	45	37			16	46	2	45
Antíguas	45			35			16			46
Sri Lanka	78			81			26			75
Suécia	77	80	76	55	67	25	29	59	8	70
Suíça	44			22			8			38
EUA	65	82	40	(sem dados)			26	51	0	56

O grau de notificação cresce de acordo com o aumento do número de pessoas feridas envolvidas no acidente. E diminui conforme aumenta o tempo decorrido entre o acidente e a busca de tratamento hospitalar por parte do ferido. O grau também é mais baixo para acidentes individuais do que para acidentes envolvendo duas ou mais partes. O grau de geração de relatórios para acidentes com bicicle-

ta envolvendo veículos motorizados também é mais alto que para outros tipos de acidentes. A taxa de notificação é maior quando o ferido tem idade entre 18 e 22 anos ou 65 anos ou mais. Além disso, o grau de notificação informação é maior no inverno do que no verão. Os outros fatores investigados não produziram efeitos estatisticamente confiáveis e só mostram tendências materiais.

TABELA 3.3: EFEITOS DE DETERMINADAS CONDIÇÕES SOBRE O GRAU DE NOTIFICAÇÃO COMUNICAÇÃO DE ACIDENTES COM FERIDOS ENVOLVENDO VEÍCULOS MOTORIZADOS. ANÁLISE MULTIVARIADA. N=334 (Borger et al., 1995).

Fator	Valores do fator	Grau de notificação relativo	
		Melhores estimativas	Intervalo de confiança 95%
Grau de dano	Ferimentos leves	1,0	
	Ferimentos graves	2,6	1,4-4,8
Número de feridos	Um	1,0	
	Dois	1,9	1,0-3,5
	Três	1,8	0,8-4,0
	Quatro ou mais	2,5	0,9-7,1
Ida ao hospital	Mesmo dia	1,0	
	Dia seguinte	0,2	0,1-0,8
	Dois ou três dias depois	0,2	0,0-1,0
Tipo de acidente	Acidente individual	1,0	
	Acidente com contraparte	1,9	1,0-3,6
Grupo de usuários da via	Automobilista	1,0	
	Ciclista	3,6	1,0-12,8
	Ciclomotor/motociclista	0,8	0,3-2,4
	Pedestre	1,3	0,4-3,7
Condutor	Não condutor	1,0	
	Condutor	1,4	0,7-2,6
Faixa etária	0-14 anos	1,0	
	15-17 anos	2,0	0,5-8,0
	18-22 anos	3,2	1,0-9,6
	23-34 anos	2,4	0,8-7,5
	35-64 anos	2,1	0,7-6,4
	65 anos ou mais	3,9	1,0-15,5
Estação do ano	Verão	1,0	
	Inverno	1,8	1,1-3,0
Dia da semana	Todos os dias	1,0	
	Fim de semana (sábado, domingo)	0,7	0,4-1,3
Hora do dia	Dia (6-22)	1,0	
	Noite (22-6)	0,6	0,3-1,7
Tipo de rodovia	Continental (Europa)	1,0	
	Nacional	0,6	0,3-1,2
	Regional/Municipal	0,4	0,2-0,9
Sexo	Homem	1,0	
	Mulher	1,3	0,8-2,2

*A primeira linha de cada um dos fatores é um valor de referência aos quais os outros valores são comparados. Para grau de danos, por exemplo, mostra-se a notificação de ferimentos graves em relação à de ferimentos leves. O grau de relatórios de lesões graves é, por exemplo, 160% maior do que o de ferimentos leves.

Outros países. O grau de notificação para acidentes fatais e com lesões pessoais em estatísticas oficiais de vários países foi examinado por Hutchinson (1984; tabela 3.4). Os resultados para acidentes fatais referem-se àqueles com morte imediata ou dentro de 30 dias após o acidente. O grau de notificação é estimado comparando-se as estatísticas oficiais de acidentes com as estatísticas de mortalidade. Na maioria dos países, o grau de notificação de acidentes com lesões pessoais é estimado pela média ponderada dos resultados de vários estudos.

TABELA 3.4: GRAU DE NOTIFICAÇÃO DE FATALIDADES E FERIDOS EM 13 PAÍSES (Hutchinson, 1984).

	Mortos	Pessoas feridas
Holanda	106	43
Alemanha	104	39
Dinamarca	97	21
Finlândia	96	
Canadá	95	88
EUA	95	49
Bélgica	93	
Suécia	93	55
Austrália	92	64
Reino Unido	90	57
Noruega	87	37
França		54
Suíça		25

A notificação de mortes é incompleta na maioria dos países. Em dois países, o grau de relato está acima de 100%. Uma possível razão para isso é que pessoas mortas no trânsito que cometeram suicídio, que são estrangeiras ou que morreram de uma doença aguda pouco antes de ocorrer o acidente não são consideradas mortas no trânsito nas estatísticas de mortalidade. O grau médio de notificações de mortes é de aproximadamente 95%. A variação entre os países é estatisticamente significativa. ($X^2_{\text{hom}} = 69.554$, $df = 10$, $p < 0.001$).

O grau de notificação dos acidentes com vítimas feridas é inferior ao dos acidentes fatais em todos os países e varia de 21 a 88%. A média de notificações é de 39%, e a variação estatística entre os países é significativa. As diferenças entre os países podem ser parcialmente explicadas pelos diferentes graus de gravidade incluídos nas estatísticas oficiais de acidentes. No Canadá, por exemplo, são incluídos nas estatísticas principalmente os acidentes em que pelo menos uma pessoa é hospitalizada.

3.3 CONSEQUÊNCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO PARA A QUALIDADE DE VIDA DOS FERIDOS

O Instituto de Economia do Transporte (TØI) mapeou uma extensa pesquisa sobre as consequências das lesões de trânsito nas condições da qualidade de vida dos feridos (Haukeland, 1991). Os resultados deste estudo foram usados como base para o cálculo dos custos dos acidentes (Elvik, 1993B, 1995B). As consequências de ferimentos de trânsito para a qualidade de vida foram, então, expressas em índices relacionados à saúde. Há uma série desses índices, e eles são todos concebidos de modo que à saúde perfeita é dado um valor de 1,0 e à morte é dado o valor de 0,0. As condições de saúde debilitada (deficiência) são dadas com valores entre 0 e 1, dependendo do prejuízo. Em princípio, também podem ocorrer valores negativos para os estados de saúde que são considerados piores do que a morte. Um exemplo é a paralisia completa, em que a vítima se torna totalmente dependente da ajuda de outras pessoas para realizar todas as tarefas básicas, mas está consciente sobre sua situação.

As consequências dos acidentes de trânsito na qualidade de vida relacionadas à saúde foram divididas nas oito situações a seguir (Haukeland, 1991; Elvik, 1993B):

- Ocorrência de dor e desconforto;
- Mudanças na aparência e consumo de drogas;
- Participação no mercado de trabalho ou escolaridade;
- Capacidade de atender às necessidades pessoais e de mobilidade em ambientes fechados e ao ar livre;
- Capacidade de realizar tarefas domésticas
- Participação em atividades de lazer
- Mudanças nas relações familiares e sociais;
- Consequências psicológicas.

As consequências dos acidentes de trânsito para a qualidade de vida em cada uma destas áreas foram agrupadas em uma medida geral de qualidade de vida relacionada à saúde e aos anos de vida em plena saúde perdidos. Por isso, se a qualidade de vida de acordo com um índice relacionado à condição de saúde for, por exemplo, reduzida de 1,0 para 0,5 por dois anos e depois voltar para 1,0, representará um ano de vida perdido em plena saúde. A tabela 3.5 mostra a estimativa do número de anos de vida perdidos em plena saúde para vítimas de diferentes graus de lesões, e pelo número real estimado de feridos em acidentes relatáveis em 1991.

A tabela 3.5 mostra que os acidentes de trânsito envolvendo veículos motorizados em 1991 levaram a quase 30.000 anos de vida perdidos em plena saúde. Nos casos de acidentes sem veículos motorizados, os números foram de 6.500 anos de vida perdidos. Depois de 1991 especificamente, o número de fatalidades no trânsito diminuiu. Em 2011, 169 pessoas morreram em acidentes de trânsito, contra 323 em 1991. Com a redução de mortos entre 1991 e 2011, reduziu-se também o número anos de vida perdidos em plena saúde para aproximadamente 5.700. Cerca de 1/3 do total de anos de vida perdidos decorrem de acidentes fatais e o restante resulta de outros acidentes com lesões pessoais.

As consequências dos acidentes de trânsito sob a forma de invalidez permanente ou sob outras formas de qualidade de vida permanentemente pre-

judicada são relativamente pouco conhecidas. Não se sabe, por exemplo, quantas pessoas acabam em casas de repouso para inválidos a cada ano como resultado de fatalidades no trânsito (Hagen, 1993; Lund e Bjerkedal, 2001).

Um estudo realizado por Lund e Bjerkedal (2001) mostrou que cerca de 500 pessoas por ano tornam-se deficientes em decorrência de acidentes de trânsito. A figura 3.4 mostra a comparação entre o número de novos casos de pensão por invalidez e de mortes a cada 100.000 habitantes por ano, por sexo e por idade no período que a análise cobre.

Entre as pessoas com idades de 16 a 24 anos, a frequência de mortes no trânsito é mais elevada do que a frequência de lesões que levam à pensão por invalidez. A incidência de pensões por invalidez au-

TABELA 3.5: NÚMERO DE ANOS DE VIDA PERDIDOS EM PLENA SAÚDE EM ACIDENTES DE TRÂNSITO EM 1991 (Elvik, 1993).

Grau de dano	Anos de vida perdidos em plena saúde	Acidentes de trânsito com veículos motorizados		Acidentes de trânsito sem veículos motorizados	
		Número de feridos	Total de perda	Número de feridos	Total de perda
Mortos	37,20	320	11.904	3	112
Ferimentos gravíssimos	9,30	328	3.050	76	707
Ferimentos graves	2,98	2.190	6.526	676	2.014
Ferimentos leves	0,37	22.808	8.485	10.046	3.737
Todos os feridos			29.965		6.570

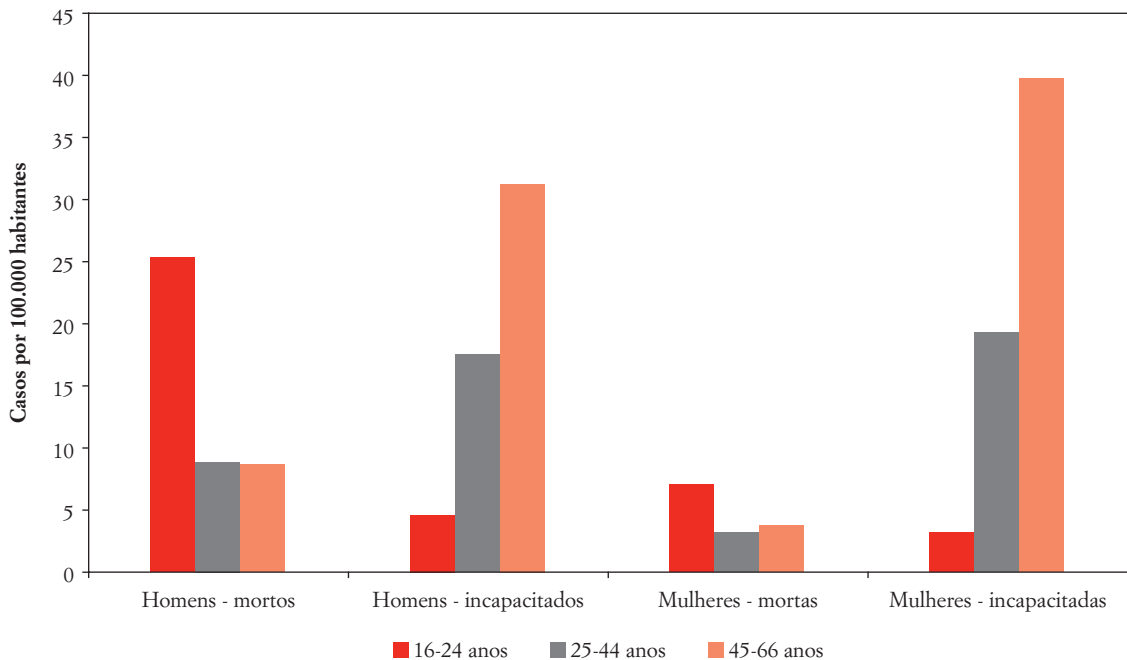


Figura 3.4: Mortes no trânsito e novos casos de pensão por invalidez por 100.000 habitantes. Os números compreendem o período de 1992-1997. Fonte: Lund e Bjerkedal, 2001.

menta acentuadamente com a idade tanto entre homens quanto entre mulheres. A partir dos 25 anos de idade, é mais comum as mulheres se tornarem pensionistas do que os homens.

3.4 ACIDENTES COM DANOS MATERIAIS

Além dos acidentes com lesões pessoais, ocorre anualmente um grande número de acidentes de trânsito com apenas danos materiais. A estatística da Associação de Seguros da Noruega (TRAST) fornece uma visão geral dos danos materiais notificados para a seguradora. O número de danos materiais relatado às companhias seguradoras a cada ano foi de aproximadamente 145.000 a 185.000 entre 1992 e 1994. Entre 2006 e 2008, o número anual manteve-se numa média de 312.000.

O número de acidentes com danos materiais é menor do que o número de danos propriamente dito, pois em média há o envolvimento de mais de uma parte em cada sinistro. Elvik e Muskaug (1994) estimaram cerca de 125.000 acidentes apenas com danos materiais para o ano de 1992. Também em 1992, o número de danos relatados pelas seguradoras foi de 220.669. Em outras palavras, a média é de aproximadamente 1,75 veículo por acidente com danos à propriedade relatados à companhia de seguros.

Há poucos detalhes sobre o número de acidentes com danos que *não são* notificados à seguradora. Em uma pesquisa sobre a relação entre atitudes e acidentes (Assum, Midtland e Opdal, 1993) realizada com um grupo de condutores de veículos de passeio, verificou-se uma estimativa de 7,8 milhões de acidentes por milhão de quilômetros rodados. Esse número se refere ao período por volta de 1990, quando o número de quilômetros percorridos por passageiro era de 22.000. O risco dado equivale a aproximadamente 170 mil acidentes por ano com veículos de passeio. O número de danos em veículos de passeio e vans fornecido às companhias de seguros em 1990 foi de 183.000 (Hagen, 1991), mas não se sabe o índice exato aplicado somente às vans.

A proporção de proprietários de veículos que possuem seguro contra danos provavelmente varia entre os diferentes países. Não é obrigatório que todos os proprietários de veículos motorizados tenham seguro em todos os países. Pode ser, portanto, difícil de comparar os resultados dos estudos sobre os efeitos das medidas no número de lesões em diferentes países.

3.5 ACIDENTES ENQUANTO PROBLEMA PARA O PRÓPRIO USUÁRIO DA VIA E PARA A SOCIEDADE

Os números apresentados anteriormente mostram que os acidentes de trânsito são um grande problema para a sociedade. Acontecem algumas centenas de milhares de acidentes a cada ano, sendo aproximadamente 11.000 deles com vítimas. A figura 3.5 mostra o número médio de acidentes de trânsito por ano (casos de danos à propriedade ou pessoas feridas) nos anos de 2000 a 2006, divididos de acordo com a gravidade, quando este dado é conhecido.

Apesar destes números elevados de danos, os acidentes não são um grande problema para o próprio usuário da via. Eles são, ao contrário, um evento raro em suas vidas. Cada cidadão é, em média, submetido a uma lesão corporal em um acidente de trânsito a cada 120 ou 130 anos, ou seja, não são muitas as pessoas que durante toda a vida passam por essa experiência. Os acidentes envolvendo danos materiais também ocorrem raramente, e o condutor pode esperar, em média, dirigir mais de 10 anos sem ser exposto a um prejuízo material digno de ser relatado às companhias seguradoras.

Para a maioria dos condutores parece, portanto, um evento de menor importância. É algo que se experimenta raramente ou nunca e normalmente tudo termina bem nas poucas vezes em que se passa por esse infortúnio. Não obstante, eles são, por causa do grande número de danos, um problema de ordem social. A dissonância entre a experiência dos condutores em acidentes de trânsito enquanto problema de menor grandeza e o elevado número total de danos, que é um problema para a sociedade, pode tornar difícil o entendimento de que é necessário um esforço significativo por parte da sociedade para reduzir esses índices (Rumar, 1988).

3.6 MUDANÇAS NO NÚMERO DE FERIDOS NO TRÂNSITO AO LONGO DO TEMPO

Depois de cerca de 1970, o número de pessoas feridas envolvidas em acidentes relatáveis na Noruega aumentou. O número de mortes estava em seu pico em 1970, com 560 pessoas. A figura 3.6 mostra a evolução do número de mortes em acidentes de trânsito na Noruega de 1970 a 2011.

O número de pessoas mortas em acidentes de trânsito diminuiu para 169 em 2011, que é o menor número de mortes no trânsito desde 1953. Esse índice pode variar muito de ano para ano, como resultado

de pura coincidência. A variação puramente aleatória em um número de 169 de mortos, em 95% dos casos, pode ser entre cerca de 143 e 195 mortos. Em uma perspectiva de longo prazo, não há nenhuma

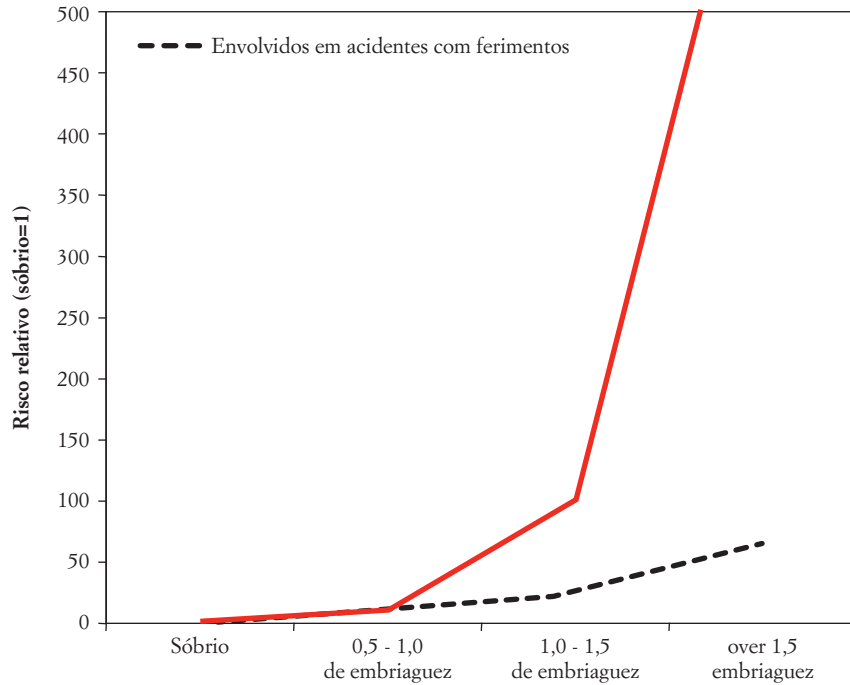


Figura 3.5 Número de acidentes de trânsito, em média, entre 2000 e 2006, divididos pela gravidade documentada.

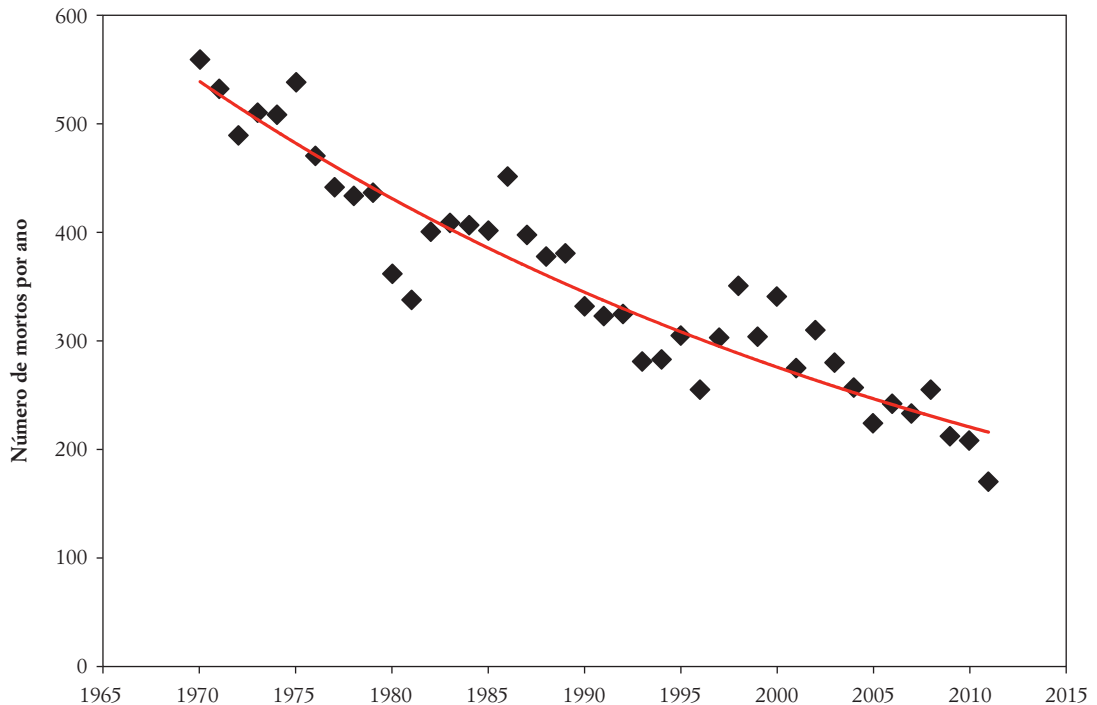


Figura 3.6: Número de mortos em acidentes de trânsito relatados à polícia na Noruega de 1970 a 2006 (SSB).

dúvida de que o número de mortes no trânsito na Noruega tem diminuído. A média para os anos de 1970 a 1979 foi de 493 mortes por ano, para os anos de 1980 a 1989, 393 mortes por ano, para os anos de 1990 a 1999, 306 mortes por ano e entre os anos 2000 e 2009 263 pessoas morreram por ano. O número de mortes por ano diminuiu em média cerca de 15 a 20% no período de 10 anos.

A figura 3.7 mostra a evolução do número de feridos em acidentes de trânsito relatáveis à polícia, de 1977 a 2011. As informações sobre o número de feridos são menos confiáveis do que sobre o número de vítimas fatais, e as mudanças na comunicação dos acidentes podem afetar o número de pessoas feridas.

Há evidências de que essas alterações relativamente grandes no número de vítimas em 1977 (aumento) e em 1978 e 1979 (diminuição) em parte se devem às alterações dos procedimentos de notificação de acidentes em 1977 e 1978 (Fridstrøm et al., 1993). De 1988 a 1990, foi relatado praticamente o dobro do número de acidentes com colisão traseira. Este aumento provavelmente pode estar relacionado ao aumento do grau de notificação (Hvoslef, 1997), mas também pode ser, em parte, real (Bjørnskau, 1994a). No entanto, é impossível dizer quanto do aumento foi real e quanto foi devido ao aumento no número de notificações. Isso mostra os problemas associados à interpretação das alterações no número de feridos no trânsito de ano para ano.

O número de feridos e mortos em acidentes com lesões pessoais a partir de 1970 ficou entre aproximadamente 10.500 e 13.300 pessoas. Nos últimos anos, no entanto, os valores mostraram uma tendência a diminuir. É impossível afirmar como o grau de notificação de acidentes com vítimas evoluiu na Noruega a partir de 1970. Várias pesquisas têm sido feitas sobre o assunto, mas com diferentes definições e métodos, o que não permite que os resultados sejam comparados diretamente (Borger et al., 1995). De 1990 a 2002, estava em operação o registro de lesões pessoais no Instituto Norueguês de Saúde Pública. Uma comparação entre os números de lesões nele registrados com os da polícia não indicam que o grau de notificação de acidentes com feridos tenha mudado muito entre 1990 e 1993 (Borger et al., 1995).

Pode-se dizer, no entanto, por conta dos resultados apresentados acima, que a segurança viária melhorou na Noruega depois de 1970? A resposta para essa pergunta depende um pouco da definição de segurança viária. Segurança viária define-se como:

- O número esperado de acidentes ou o número esperado de danos;
- Os riscos para a saúde da população relacionados aos acidentes de trânsito, e
- O risco sistêmico do trânsito.

Número esperado de acidentes (ou danos) é a média de acidentes (ou lesões pessoais) por unidade de tempo que acontecerão no longo prazo em volumes de tráfego e risco inalterados. Esta estimativa não

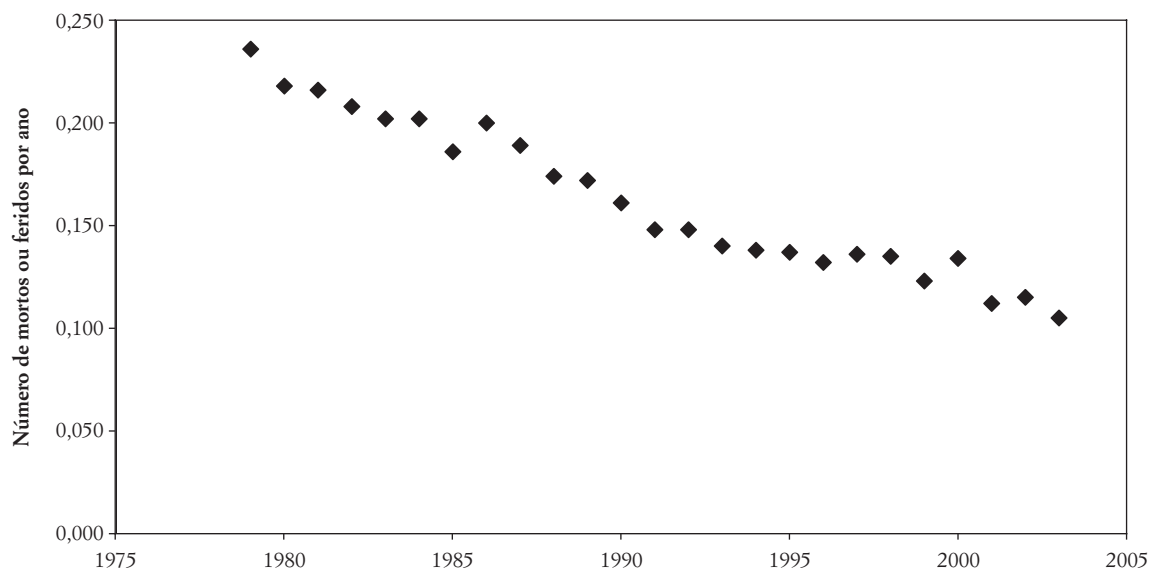


Figura 3.7: Número de feridos ou mortos em acidentes com vítimas relatados à polícia na Noruega de 1977 a 2011 (SSB).

pode ser observada diretamente, porque tanto o volume de tráfego quanto o de risco (medido como risco para a saúde ou risco sistêmico) muda de ano para ano. Ao utilizar valores médios para vários anos como medição de número de danos, descobre-se, como mencionado acima, que o número de mortes diminuiu de 493 por ano entre 1970 e 1979 para 393 por ano entre 1980 e 1989. Continuou a diminuir, baixando para 306 por ano, entre 1990 e 1999, e para 263 por ano entre 2000 e 2009. O número de vítimas foi de 11.781 por ano entre os anos de 1970 e 1979, 11.424 entre 1980 e 1989, 12.003 entre 1990 e 1999 e 11.731 entre 2000 e 2009. Aqui não houve nenhuma diminuição, mas a proporção das lesões consideradas graves tornou-se cada vez menor. A proporção de mortos, ferimentos gravíssimos e ferimentos graves diminuiu, de forma praticamente constante, de 25% em 1997 para 10% em 2010.

Risco à saúde pública relacionado a acidentes de trânsito é o número de pessoas feridas ou mortas a cada 100.000 habitantes por ano. Em 100.000 habitantes, 14,5 foram mortos no trânsito em 1970. Este número diminuiu até 1993. Em 2011, o número de mortes por 100.000 habitantes foi de 3. O número de mortos e feridos por 100.000 habitantes também diminuiu de 318 em 1970 para 280 em 1996 e para 187 em 2010.

Risco sistêmico de trânsito mede-se como o número de pessoas feridas ou mortas por milhão de passageiro-quilômetros (medida que relaciona quilômetros percorridos individualmente, levando em conta todos os usuários que passam por determinada via). O número de mortos por 100 milhões de passageiro-quilômetros no tráfego viário diminuiu em cerca de 50% de 1980 a 2003. Em 1980, houve 0,91 mortes por 100 milhões de passageiro-quilômetros viajados, em 2003, 0,44 mortes (em todos os meios de transporte). O número de mortos e feridos por 100 milhões de passageiro-quilômetros caiu de 26,7 em 1980 para 16,7 em 2003.

Com base nestes dados, é razoável dizer que a segurança viária melhorou na Noruega a partir de 1970. A melhoria mais significativa é alcançada no que diz respeito ao risco sistêmico de trânsito. Segundo Elvik (2005A), a tendência é que continue a melhorar.

3.7 RISCO NO TRÂNSITO RODOVIÁRIO EM RELAÇÃO A OUTRAS ATIVIDADES

Mesmo que o trânsito esteja se tornando cada vez mais seguro na Noruega, o tráfego nas vias públi-

cas ainda é uma das atividades mais perigosas que a maioria das pessoas realiza diariamente. É difícil comparar os riscos de lesões nas diferentes atividades. Primeiro, porque não há dados suficientes sobre o número de feridos nessas diferentes atividades. Em segundo lugar, as atividades entre si são muito heterogêneas. O único elemento em comum é que exigem tempo. O único critério comum para o risco em várias atividades é, portanto, o número de mortes por hora de atividade. No entanto, a comparação do número de feridos por hora de atividade é difícil pela falta de notificações adequadas.

Fosser e Elvik (1996) e Elvik (2005C) estimaram o risco de morte por 100 milhões de horas da prática de várias atividades. A tabela 3.6 mostra as estimativas. Nela, são comparados os números de fatalidades por 100 milhões de horas no trânsito rodoviário, outros meios de locomoção, trabalho, atividades domésticas e outras. O risco de morte por hora no trânsito é mais de 10 vezes maior do que no trabalho. No período referente aos cálculos, a média anual de mortes no trânsito era de 316 pessoas. Para se chegar ao mesmo nível de risco por hora em atividades ocupacionais e trabalho, exceto entre condutores profissionais, esse número deveria diminuir para 25 mortos. As atividades domésticas e muitas outras também trazem, para a maioria das pessoas, menos risco por hora que o trânsito.

O principal padrão nas estimativas de risco na tabela 3.6 não é exclusivo da Noruega. Na Finlândia, Pajunen (1993) estimou que o risco de morte por hora no período entre 1982 e 1990 situou-se entre 37 e 44 mortos/100 milhões-horas, contra 2 a 3 mortos/100 milhões-horas no trabalho e 1 a 4/100 milhões-horas em atividades domésticas. Na Grã-Bretanha, Fernandes-Russell (1987) encontrou um padrão similar.

Uma questão interessante é se a percepção intuitiva das pessoas sobre o risco nessas diferentes atividades está de acordo com o nível de risco estatístico. Uma pesquisa que pode ajudar a elucidar esta questão é a que foi realizada por Brun (1995). Ela pediu a um grupo de estudantes da Universidade de Bergen que classificasse e organizasse 80 diferentes fontes de perigo de acordo com o risco de mortalidade que apresentam. As respostas poderiam, portanto, variar entre 80 (o mais perigoso) e 1 (o mais seguro). As 80 fontes de risco não são idênticas às das atividades listadas na tabela 3.6, mas, para algumas atividades, uma comparação é possível. Aplica-se a condução de ciclomotor e motocicleta (ranking 41,5), carro (ranking 35,5),

helicóptero (ranking 21,3), barco de passeio (ranking 19,5), trem (ranking 17,0), ciclismo (ranking 16,2), o uso de eletrodomésticos (o mais próximo das atividades no lar, ranking 14,8) e pesca (ranking 14,6).

Comparando esses números com a ordem de classificação e ranqueamento das atividades com base em seu risco estatístico, vê-se que os riscos da pesca, da caça e do barco parecem ser subvalorizados. O risco

TABELA 3.6: NÚMERO DE MORTOS EM ACIDENTES E EM DIFERENTES ATIVIDADES POR 100 MILHÕES-HORAS, NO PERÍODO DE 1998 A 2003 (Elvik, 2005C; SSB, 2000).

	Período	Número de mortos por ano	Mortos por 100 milhões- horas
Atividade (16-74 anos)			
- Mineração	2000-2003	4,0	14,7
- Pesca	2000-2003	12,0	9,8
- Produção mineral	2000-2003	5,0	8,6
- Agricultura e silvicultura	2000-2003	45,0	8,0
- Fabricação de produtos de borracha	2000-2003	2,0	5,1
- Outra produção industrial	2000-2003	4,0	4,5
- Metalurgia	2000-2003	9,0	4,2
- Indústria petrolífera	2000-2003	7,0	3,3
- Construção	2000-2003	31,0	3,0
- Eletricidade e água	2000-2003	3,0	2,9
Total		195,0	1,4
Trânsito rodoviário			
- Veículos pesados	1998-2002	4,8	27,1
- Caminhão	1998-2002	4,6	13,6
- Ônibus	1998-2002	4,2	3,3
- Vans	1998-2002	7,0	6,0
- Carro	1998-2002	192,8	17,2
- Motocicleta pesada	1998-2002	31,0	228,7
- Motocicleta leve	1998-2002	3,8	157,0
- Ciclomotor	1998-2002	6,4	42,1
- Bicicleta	1998-2002	14,2	22,6
- Pedestre	1998-2002	43,0	16,1
- Outros	1998-2002	4,6	29,0
Total	1998-2002	316,4	17,6
Viajando de helicóptero	1998	8,0	34,1
Viajando de trem	1998	6,2	6,1
Viajando de navio	1998	6,8	7,6
Usuários de barco de passeio	2000	44,0	160,3
Atividades domésticas			
- 0 - 14 anos	2000	9,0	0,2
- 15 - 24 anos	2000	8,0	0,3
- 25 - 44 anos	2000	48,0	0,7
- 45 - 66 anos	2000	81,0	1,3
- 67 - 79 anos	2000	188,0	6,6
- 80 anos ou mais	2000	663,0	46,1
- todos	2000	997,0	3,9
Atividades fora de casa			
- 0 - 14 anos	2000	11,0	0,7
- 15 - 24 anos	2000	16,0	1,6
- 25 - 44 anos	2000	60,0	3,5
- 45 - 66 anos	2000	84,0	5,8
- 67 - 79 anos	2000	57,0	9,7
- 80 anos ou mais	2000	86,0	29,9
- todos	2000	314,0	4,7
Homicídio (15-74 anos)	2006-2010	31,6	0,2
Suicídio (homens, 15-74 anos)	2000-2005	385,3	2,5
Suicídio (mulheres, 15-74 anos)	2000-2005	145,9	0,9

no trânsito, no entanto, não parece ser subestimado em comparação com os riscos de outras atividades.

Pode-se ver como o risco de morte no trânsito mudou durante os últimos anos na tabela 3.7.

TABELA 3.7: NÚMERO DE PESSOAS MORTAS EM ACIDENTES DE TRÂNSITO POR 100 MILHÕES-HORAS, NO PERÍODO DE 1988 A 1993 (Elvik, 2005C).

	1973-1978	1988-1993	1998-2003
- Carro	28,3	22,8	17,2
- Motocicleta pesada	1058,8	425,7	228,7
- Motocicleta leve	422,8	125,8	157,0
- Ciclomotor	117,1	60,5	42,1
- Bicicleta	22,4	17,3	22,6
- Pedestre	30,9	19,7	16,1
Total	31,7	19,5	17,6

3.8 O RISCO NO TRÂNSITO DA NORUEGA EM COMPARAÇÃO A OUTROS PAÍSES

A Noruega tem um baixo nível de risco no trânsito em comparação com outros países que têm aproximadamente a mesma frota de veículos per capita.

Acidentes por veículo-quilômetro. Com base no banco de dados internacional IRTAD (Banco de Dados Internacional de Trânsito e Acidentes de Trânsito), a visão geral do risco de trânsito corresponde ao que é

mostrado na figura 3.8. O eixo horizontal mostra os riscos de saúde no trânsito, expresso como o número de mortes em acidentes com veículos automotores (convertidos para a definição de morte necessariamente ocorrida em até 30 dias nos países que não a utilizam como padrão em seus dados) por 100.000 habitantes em 2004. O eixo vertical mostra o risco no trânsito, expresso como o número de mortes por milhão de veículo-quilômetro no ano de 2005. Os ciclomotores e as motocicletas não são contados, uma vez que estes não estão sujeitos a registro em todos os países e, portanto, o número é incerto.

Em todos os 22 países representados na figura 3.8, o número de veículos por 1.000 habitantes, em 2005, foi de 383 (Coreia do Sul) a 829 (EUA). Em média, o número de veículos por 100.000 habitantes em 25 países foi de 603. Na Noruega, o valor foi, em 2005, de 638 veículos por 1.000 habitantes.

Risco à saúde no trânsito é definido como o número de mortes no trânsito por 100.000 habitantes. Os riscos à saúde no trânsito dependem de o quanto a população viaja e se locomove, do risco por quilômetro percorrido e do tratamento médico de lesões, o que pode ser decisivo para uma lesão ser fatal ou não. Em um país onde os veículos motorizados são muito raros, tem-se, conseqüentemente, baixo risco à saúde relacionado ao trânsito, embora o risco por veículo ou por quilômetro seja muito alto. Isto é representado na figura 3.9, que mostra o número de mortes por

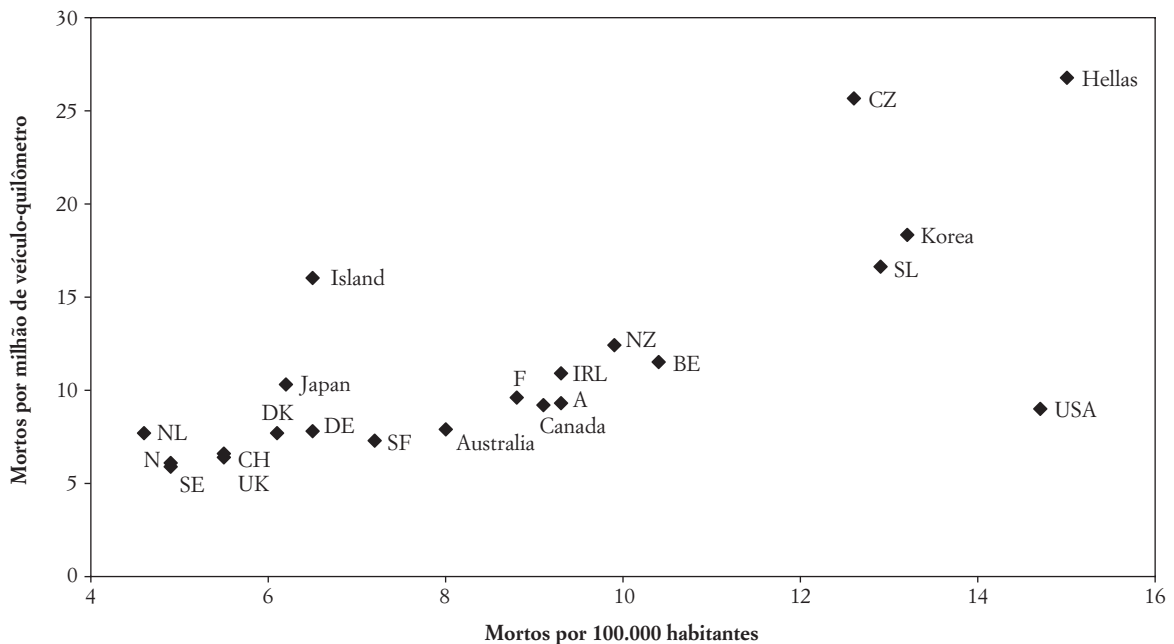


Figura 3.8: Risco à saúde e risco no trânsito em 22 países no ano de 2005 (IRTAD).

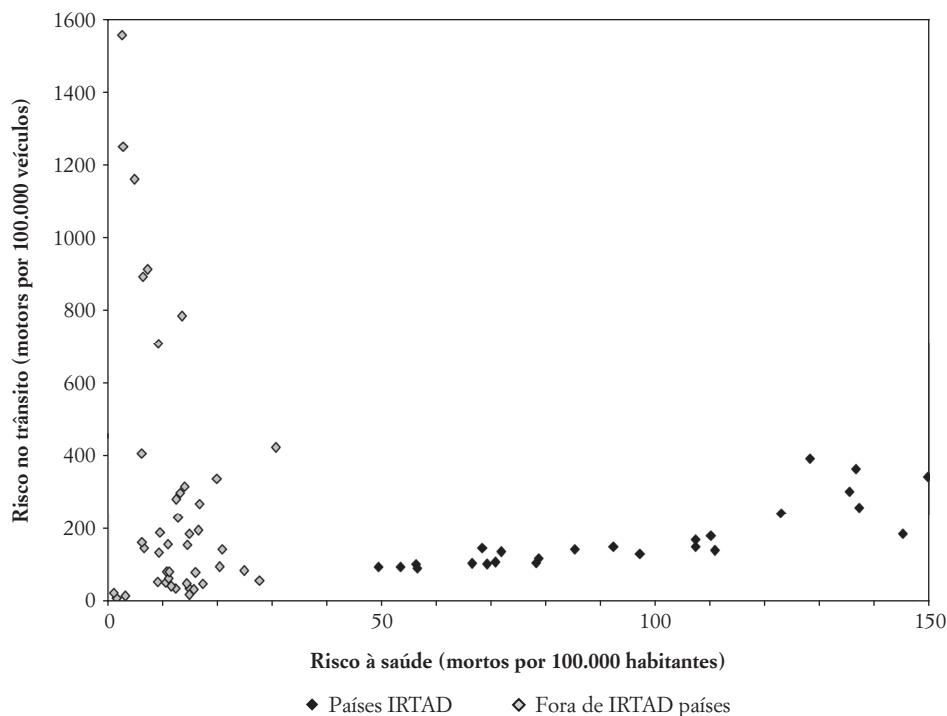


Figura 3.9: Risco à saúde no trânsito em países IRTAD e outros países (IRTAD, Estatística).

100.000 habitantes (risco à saúde) e por 100.000 veículos motorizados, sendo este número referente aos países incluídos no banco de dados IRTAD (países membros da OCDE) e em outros países. Mostra-se que os países IRTAD, que têm principalmente maior grau de motorização que os outros, têm um risco no trânsito relativamente baixo, mas um risco de saúde mais elevado que os países que não são representados na base de dados IRTAD. Em países com um risco à saúde muito baixo, há uma grande variação do risco no trânsito. Os números podem ser difíceis de comparar. Nos países ocidentais, altamente motorizados, estima-se que todas as mortes no trânsito estejam incluídas nas estatísticas oficiais, mas isso não se aplica necessariamente a todos os países do mundo. Além disso, a definição de mortos no trânsito varia. Muitos países em desenvolvimento levam em consideração estatística apenas os mortos no local, e não aqueles que falecem dentro de 30 dias, como a maioria dos países ocidentais.

O risco à saúde e o risco no trânsito podem variar de ano para ano, especialmente em pequenos países como Islândia, Noruega e Suécia, onde as flutuações aleatórias no número de mortes no trânsito são relativamente grandes. Os cinco países que tiveram a melhor segurança viária em 2005, no entanto, têm se mantido na mesma posição, e embora haja variação de ano para ano, a disputa é acirrada. Em 2010,

os seis países com a melhor segurança viária foram Suécia, Reino Unido, Malta, Países Baixos, Suíça e Noruega. A Noruega ficou em sexto lugar entre os 30 países da Europa. Independente das flutuações anuais, ela tem sido um dos países com menor risco tanto à saúde quanto no trânsito. A Noruega mantém essa posição de liderança há muitos anos, mesmo quando o número de mortes no trânsito era muito maior do que é hoje (OECD, 1994). Na Suécia, o risco à saúde em 2005 foi igual ao da Noruega (4,9 mortes por 100.000 habitantes) e o risco no trânsito ligeiramente inferior (5,9 mortes por milhão de veículo-quilômetro versus 6,1 na Noruega). Nos Países Baixos, o risco à saúde foi ligeiramente mais baixo do que na Noruega (4,6 mortes por 100.000 habitantes) e o risco no trânsito ligeiramente superior (7,7 mortes por milhão de veículo-quilômetro). Os EUA estão entre os países com alto risco à saúde, mas com risco no trânsito relativamente baixo. Os EUA também são o país com o maior número de veículos por habitante.

Entre os países europeus que tiveram os piores índices de segurança viária em 2005 estão República Checa, Eslovênia e Grécia. Em todos esses países, o número de veículos por 100.000 habitantes é menor que na Noruega (embora esteja acontecendo um rápido aumento nos últimos anos), enquanto a renda real per capita é muito mais baixa e eles dispõem de

menos recursos para a segurança viária do que a Noruega. O tráfego vem aumentando rapidamente e as medidas de segurança viária não têm sido suficientes para evitar um aumento do número de mortos e feridos. Este crescimento também vem acontecendo na Noruega, e as medidas de segurança viária não têm sido suficientes para evitar o crescimento das estatísticas e de fatalidades. O número de mortos na Noruega aumentou de 338 em 1981 para 452 em 1986. O número de acidentes de trânsito com vítimas relatado à polícia aumentou de 8.072 em 1981 para 9.141 em 1986.

Em 1993, o Brasil tinha significativamente menor risco à saúde no trânsito do que a Noruega, com 3,6 mortes por 100.000 habitantes contra 6,5 na Noruega. Quando calculado por 100.000 veículos, no entanto, o risco foi significativamente maior no Brasil que na Noruega, com 40,2 mortes por 100.000 veículos, em comparação com 14,2. A Índia teve, em 1993, o mesmo risco para a saúde no trânsito que a Noruega (6,6 contra 6,5 mortes por 100.000 habitantes), mas um risco drasticamente maior por 100.000 veículos (1.310,5 contra 14,2).

A Índia teve, em 1993, a mesma segurança viária que a Noruega? Embora os riscos para a saúde fossem tão baixos quanto na Noruega, provavelmente a maioria responderá “não” à pergunta. Para a estatística por veículo, mostra-se um risco 90% maior na Índia que na Noruega. Em outras palavras, um indiano que saísse no trânsito com certeza se exporia a um risco significativo.

É difícil tirar conclusões práticas de um risco à saúde elevado no trânsito sem saber se ele existe devido ao risco por veículo ou envolve uma alta taxa de locomoção da população. A avaliação dos riscos para a saúde provavelmente também depende de o quanto o trânsito contribui para a mortalidade em comparação com as outras causas de morte. Em suma, nenhum conhecimento sobre os riscos à saúde no trânsito traz, em si, informações suficientes para avaliar a segurança viária e as possíveis medidas para melhorar a situação.

A boa segurança viária na Noruega em comparação com outros países. A pergunta que muitos fazem é por que a segurança viária é relativamente boa na Noruega em comparação com a maioria dos outros países motorizados. Não é possível dar uma resposta satisfatória para esta pergunta. Há muitos fatores desconhecidos, talvez por um pouco de inadequação nos registros, que afetam o número de acidentes

e danos para que se pudessem dar boas respostas. Comparando-se com outros países motorizados, há duas circunstâncias particulares que há muito tempo caracterizam a Noruega:

- A Noruega sempre teve limites de velocidade relativamente baixos em comparação com os limites de velocidade em outros países (Elvik, 1995a).
- O país introduziu cedo um limite fixo de concentração alcoólica no sangue de 0,5 (2001, 0,2) e rigorosas penalidades por dirigir embriagado. Há menos ocorrências de direção sob o efeito do álcool por parte dos condutores na Noruega do que na maioria dos outros países motorizados.

Em outros aspectos isolados, a Noruega não se distingue de forma particularmente favorável. Por exemplo, o uso do cinto de segurança é atualmente mais elevado tanto no Reino Unido quanto na Alemanha do que na Noruega. A Noruega também tem rodovias e padrões viários muito diferentes dos demais países. Como país, nunca foi pioneiro quando se trata de requisitos de segurança para veículos. Por outro lado, o carro é relativamente caro na Noruega, o que dá aos proprietários um incentivo de cunho financeiro para que se evitem danos e assim se mantenha o patrimônio e o valor de mercado de veículos.

O que as medidas e as autoridades de política de segurança viária do governo têm a dizer sobre a segurança no trânsito? Mais uma vez, é difícil dar uma resposta precisa, embora este livro descreva uma ampla gama de medidas de segurança viária implementadas na Noruega, que, de acordo com pesquisas tanto norueguesas quanto estrangeiras, têm contribuído para diminuir os acidentes e as lesões. A alta segurança atribuída internacionalmente à Noruega deve-se, em parte, às medidas de segurança viária que têm sido implementadas no país.

3.9 FATORES QUE AFETAM O NÚMERO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO E SUAS RESPECTIVAS GRAVIDADES

O número de pessoas feridas no trânsito é determinado por três principais grupos de fatores:

1. O volume de tráfego (exposição), ou seja, a quantidade de viagens e transportes em que podem acontecer acidentes.

2. O risco de acidente, ou seja, a probabilidade de se envolver em um acidente por quilômetro percorrido no trânsito.
3. O risco de dano, ou seja, a probabilidade de ser ferido, uma vez que se tenha sido envolvido em um acidente de trânsito.

As consequências prejudiciais para a qualidade de vida do ferido dependem em parte de quão grave é o dano (grau de dano) e do sucesso do tratamento das lesões, dentro e fora das instituições médicas. O número de pessoas feridas no trânsito é geralmente considerado como um produto dos três principais grupos de fatores decisivos:

Número de feridos no trânsito = Exposição x Risco de acidente x Risco de dano

Disso, segue-se que o número de feridos pode ser reduzido de três maneiras:

1. Ao reduzir o volume de tráfego (exposição);
2. Ao reduzir o risco de acidentes, isto é, o número de acidentes em um determinado volume de tráfego, e
3. Ao reduzir o risco de lesões, ou seja, a probabilidade de ser ferido e a gravidade de um determinado número de acidentes,

A seguir, são descritos os principais pontos do conhecimento atual sobre como estes três grupos principais de fatores afetam o número de feridos no trânsito.

3.9.1 A importância do volume de tráfego no número de acidentes

Um volume de tráfego crescente geralmente, leva a um maior número de acidentes. O número de acidentes não aumenta de forma linear com o volume de tráfego. Quando o tráfego aumenta em 1%, o número de acidentes também aumenta, mas geralmente em menos de 1%. Isso provavelmente ocorre porque o aumento do tráfego faz com que a velocidade diminua e com que o condutor tenha mais atenção. As consequências dos acidentes tornam-se menos graves; portanto, vias com tráfego intenso muitas vezes têm um padrão melhor do que vias com pouco tráfego.

A relação entre o volume de tráfego e os acidentes foi investigada em vários estudos na Noruega e em outros países, a maioria deles nos Estados Unidos.

Essa pesquisa é descrita mais detalhadamente no capítulo sobre a regulamentação do fluxo de tráfego, na parte 2 do Manual de Segurança Viária. O número relativo esperado de acidentes em volumes de tráfego entre 1.000 e 50.000 é mostrado na figura 3.10, com base em diversos estudos. Quando o tráfego aumenta em 10%, o total de acidentes aumenta também em cerca de 8,8%. O intervalo de confiança de 95% é de 7,7% a 9,85%. A incerteza nas mudanças estimadas no número de acidentes se deve a vários fatores. Em primeiro lugar, não é certo que a função utilizada (função que pressupõe o mesmo porcentual de aumento de acidentes, independentemente do volume de tráfego) seja a mais adequada. Não é improvável que a relação entre o volume de tráfego e os acidentes varie em diferentes situações de trânsito. Em segundo lugar, a correlação depende de um número de fatores como, por exemplo, o tipo de via, sua capacidade, o tipo de acidente, e a alteração no volume de tráfego ao longo do tempo. Uma vez que o número de acidentes geralmente aumenta relativamente menos do que o fluxo de tráfego, pode-se concluir que o risco de acidente diminui com o aumento de fluxo.

De 1970 a 2011, o volume de tráfego nas vias públicas da Noruega aproximadamente quadruplicou (Vågane e Rideng 2011). No entanto, o número de mortes em 2011 foi de apenas 30% do número em 1970 e o número de acidentes com vítimas também diminuiu. A partir disso, talvez se possa concluir que o volume de tráfego não interfere no número de acidentes. Mas é um erro. A relação mostrada na figura 3.10 aplica-se às condições idênticas (*ceteris paribus*), que incluem, nomeadamente, a condição de não ter sido implementada nenhuma medida de segurança viária que reduza o risco de acidentes por quilômetro percorrido. Mas, depois de 1970, muitas dessas medidas foram implementadas na Noruega. As relações, portanto, não têm sido *ceteris paribus* (“mantendo-se inalteradas todas as outras coisas”): tem, sim, havido alterações de ano para ano. Assim, tem-se evitado a idéia de que o volume de tráfego leva a um forte aumento no número de acidentes.

3.9.2 Risco de acidentes e fatores de risco no trânsito

Por risco de acidentes no tráfego viário entende-se a influência de um grande número de fatores de risco sobre o índice de acidentalidade por quilômetro do veículo (veículo-quilômetro) ou por passageiro-quilômetro. E por fatores de risco entendem-se os fatores,

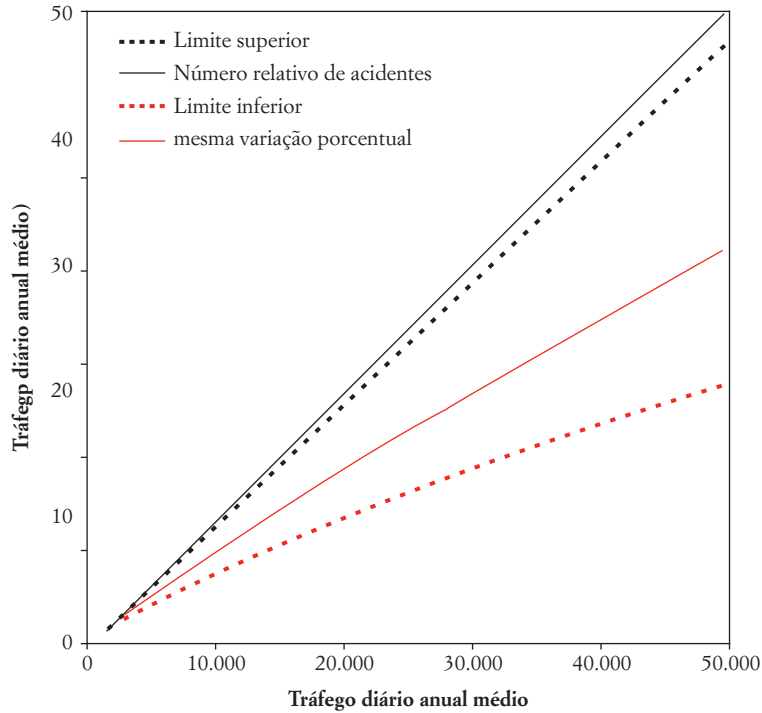


Figura 3.10: Relação entre o volume de tráfego e número de acidentes com lesões pessoais e número relativo de acidentes.

ceteris paribus, que contribuem para aumentar o risco de acidentes. Tais fatores podem estar relacionados com o meio de transporte, com o ambiente de trânsito, com os usuários da via ou com o veículo. Esta seção descreve os principais fatores de risco conhecidos que afetam o número de acidentes de trânsito. Há uma distinção entre esses fatores relacionados a:

- Meio de transporte ou tipo de veículo;
- Sistema viário;
- Fatores ambientais físicos (iluminação, condições de condução, etc.), e
- Usuários da via, incluindo fatores comportamentais.

Esta visão não é completa; mostra apenas os principais padrões. No próximo capítulo, discute-se a efetividade do conhecimento que se tem sobre os fatores de risco no trânsito e como é fácil alterar diferentes fatores de risco para o sentido desejado.

Risco de acidente em diferentes meios de transporte e diferentes tipos de veículo. A figura 3.11 mostra o número de pessoas feridas ou mortas por milhão de passageiro-quilômetro percorrido no período de 1985 a 2005. A figura 3.12 mostra o número de mortos por milhão de passageiro-quilômetro no período de 1985 a 2005. Ambas as figuras são baseadas em dados oficiais de lesões (Bjornskau, 2008). Os nú-

meros incluem tanto condutores quanto passageiros que utilizam os diferentes meios de transporte, e eles mostram que o risco de lesão é maior para motocicletas e ciclomotores. O alto risco sofrido pelos motociclistas no meio da década de 1980 provavelmente está relacionado à tendência vigente nesse período entre a maioria dos jovens, que dirigiam motocicletas de alta cilindrada. Nos últimos anos, a proporção dos motociclistas jovens diminuiu de forma significativa, entre outros motivos pelo fato de a motocicleta ter-se tornado algo caro. Pedestres e ciclistas também têm um risco relativamente alto de lesões.

Como mencionado na seção 3.2, apenas cerca de 1/3 do total de acidentes relatáveis com vítimas aparece em estatísticas oficiais. Além disso, o grau de comunicação de acidentes varia entre os grupos de usuários da via, da estrada, dos meios de transporte e depende de se há ou não veículo envolvido. Os índices de risco na figura 3.11 podem, portanto, ser enganosos.

Qual é a frequência dos diferentes tipos de veículos envolvidos em acidentes de trânsito com danos materiais? A tabela 3.8 mostra o número estimado de danos materiais relatados às companhias seguradoras por milhão de veículo-quilômetro em diferentes tipos de veículos para o período de 1998

a 2005. Nem todos os grupos de veículos têm boa cobertura de seguro. Por conseguinte, é incerto se o grau de notificação de danos é o mesmo para todos os tipos de veículos. A tabela sugere, no entanto, que as diferenças significativas encontradas entre os vários tipos de veículos, no que diz res-

peito ao risco de envolvimento em acidentes de lesões pessoais, não são tão proeminentes quando se trata de acidentes com danos materiais. Portanto, não se pode utilizar o alto risco de lesões pessoais para ciclomotores e motocicletas como evidência de que esses grupos de usuários da via são me-

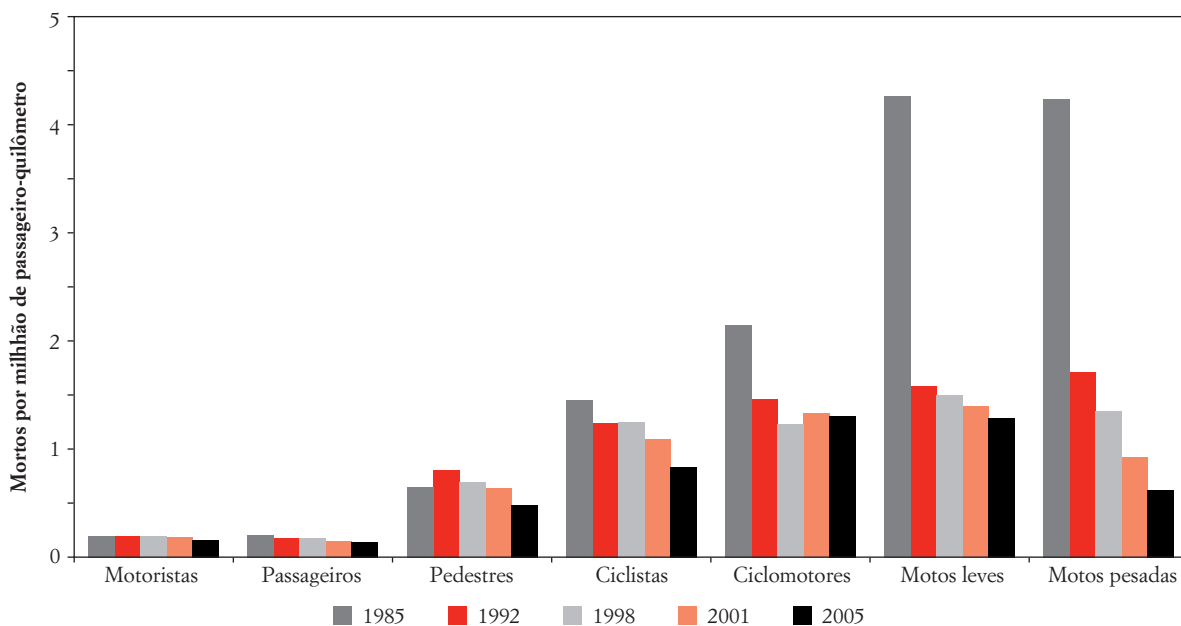


Figura 3.11: Média de mortos e feridos por milhão de passageiro-quilômetro em diferentes meios de transporte, entre 1985 e 2005, com base em números oficiais de lesões (Bjørnskau, 2008).

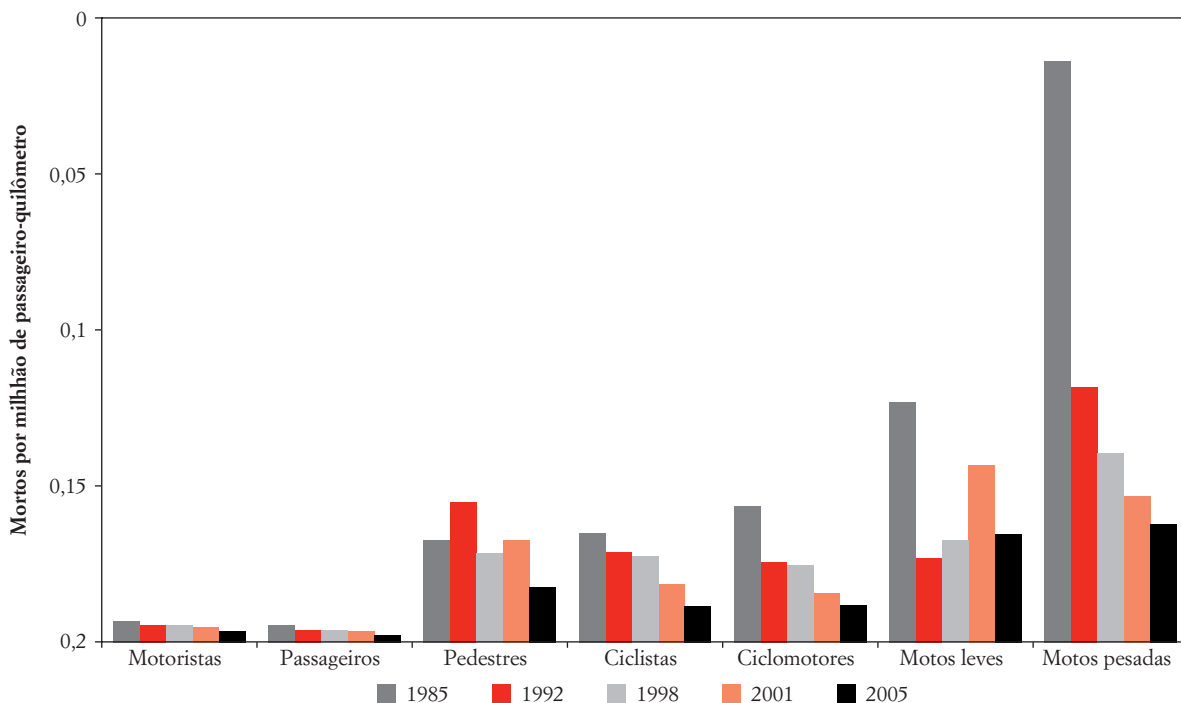


Figura 3.12: Média de mortos por milhão de passageiro-quilômetro em diferentes meios de transporte, entre 1985 e 2005, com base em números oficiais de lesões (Bjørnskau, 2008).

nos cautelosos em seu comportamento que outros condutores.

A tabela 3.8 mostra, também, que há muito menos feridos ou mortos por milhão de passageiro-quilômetro percorrido em caminhões e ônibus em comparação com outros meios de transporte. Isso pode ser explicado pelo fato de os motociclistas serem muito mais facilmente feridos quando envolvidos em acidentes do que os condutores ou passageiros de veículos de passeio. Estes últimos, por sua vez, são mais frequentemente feridos que os condutores de caminhões ou ônibus envolvidos em acidentes em que outros são feridos.

Alguns principais padrões, como os mostrados nesses resultados, são encontrados em vários países e têm sido bastante estáveis ao longo do tempo na Noruega (Vaaje e Fosser, 1976; Hvoslef, 1980; Vaaje, 1982; Bjørnskau, 1988; Bjørnskau, 1993). Isso sugere que as diferenças de risco de dano entre os diferentes meios de transporte são reais, mesmo que os números de risco sejam incertos. Pode-se, a grosso modo, dividir os diferentes meios de transporte ou grupos de usuários da via em dois, em relação aos riscos de lesões pessoais. O primeiro grupo é composto por pedestres, ciclistas, ciclomotoristas ou motociclistas. O segundo grupo, por condutores de automóveis ou usuários de transporte coletivo. O primeiro grupo tem um risco de lesão significativamente maior que o segundo. Uma importante razão para isso é que pedestres, ciclistas, ciclomotoristas ou motociclistas não estão protegidos fisicamente contra lesões por uma carroceria que os circunscreva como os condutores.

Risco de acidente em diferentes tipos de via e para os diferentes elementos da via. Os riscos de acidente com lesões pessoais variam muito entre os diferentes tipos de via e ambientes de trânsito.

É comum descrever o risco em vários tipos de via ou para diferentes elementos da via, utilizando os índices de acidentes com vítimas relatados à polícia por milhão de veículo-quilômetro. A diferenciação é feita entre os seguintes tipos de elementos da via:

- Trechos rodoviários, incluindo cruzamentos;
- Cruzamento;
- Pontes e túneis, e
- Curvas abruptas.

A tabela 3.9 mostra o nível normal de risco de acidente e tipos de via calculado com base no banco de dados da via (NVDB, Noruega). Os números se referem aos anos de 2000 a 2005. A tabela mostra que as vias se dividem entre vias com as menores taxas de acidentes e com os menores custos de dano por veículo-quilômetro. Caso contrário, é importante notar que haverá diferenças significativas nos custos de dano por veículo-quilômetro em diferentes trechos dentro de uma mesma via. Já que no banco de dados da via não se diferencia entre trecho condensado, médio e estendido, desconsideram-se os números de risco e custo de trechos sem cruzamento (trecho estendido), com 1 a 2 cruzamentos por quilômetro (médio) e com 3 ou mais cruzamentos por quilômetro (condensado).

O risco de acidentes é mais elevado em trechos moderadamente condensados e condensados do que em regiões com trechos estendidos. A tabela 3.9 inclui todos os dados de acidentes com vítimas fornecidos em diferentes tipos de via, de acidentes em trechos com e sem cruzamento.

A tabela 3.10 mostra o nível de risco em vários tipos de cruzamento (Sakshaug e Johannessen, 2005). O risco é expresso como o número de acidentes com vítimas oficialmente relatado por milhão de veículos (valores normais). O risco de acidente e os custos decorrentes são maiores em cruzamentos em X do

TABELA 3.8: RISCO TOTAL DE ENVOLVIMENTO EM ACIDENTES DE TRÂNSITO E RISCO DE ENVOLVIMENTO EM ACIDENTES COM LESÕES PESSOAIS RELATÁVEIS PARA DIFERENTES GRUPOS DE VEÍCULOS.

Grupos de veículos	Danos materiais por milhão de veículo/Km percorrido	Acidentes com lesões pessoais por milhão de veículo/Km percorrido	Feridos ou mortos por milhão de passageiro(pessoa)/ Km percorrido
Veículos de passeio e vans, etc.	8,43	0,21	0,15
Caminhão	9,69	0,21	0,12
Ônibus	10,50	0,39	0,04
Ciclomotor	7,99	0,72	1,22
Motocicleta leve	6,81	1,04	1,39
Motocicleta pesada	4,86	0,76	0,88

TABELA 3.9: RISCO NORMAL PARA DIFERENTES TIPOS DE VIA. ACIDENTES COM VÍTIMAS E CUSTOS DE LESÕES RELATADOS PELA POLÍCIA (VALORES EXPRESSOS EM PREÇOS DE 2005) POR MILHÃO DE VEÍCULO-KILOMETRO (VALORES NORMAIS; Erke e Elvik, 2006).

Categoria de via	Número de cruzamentos por quilómetro	Custo dos danos por veículo-quilómetro (valores normais)	Acidentes com vítimas por milhão de veículo-quilómetro (valores normais)
Autoestrada (4 ou mais faixas), 100 km/h	(todas)		0,075
Autoestrada (4 ou mais faixas), 90 km/h	(todas)	0,206	0,063
Rodovias, 90 km/h	(todas)	0,752	0,105
Outras Rodovias nacionais, 90 km/h	sem cruzamento	0,763	0,134
Rodovias nacionais	sem cruzamento	0,720	0,143
	1 ou 2 cruzamentos	0,764	0,161
	3 ou mais cruzamentos	0,814	0,188
Rodovias nacionais, 70 km/h, 2 faixas	sem cruzamento	0,653	0,155
	1 ou 2 cruzamento	0,722	0,181
	3 ou mais cruzamentos	0,814	0,205
Rodovias públicas, 60 km/h, 2 faixas	sem cruzamento	0,609	0,170
	1 ou 2 cruzamentos	0,678	0,202
	3 ou mais cruzamentos	0,723	0,220
Rodovias nacionais, 50 km/h, 2 faixas	sem cruzamento	0,738	0,253
	1 ou 2 cruzamentos	0,890	0,325
	3 ou mais cruzamentos	0,981	0,374

TABELA 3.10: RISCO NORMAL EM CRUZAMENTOS. NÚMERO DE ACIDENTES COM VÍTIMAS OFICIALMENTE RELATADOS E CUSTOS DOS DANOS (VALORES DE 2005) POR MILHÃO DE VEÍCULOS (VALORES NORMAIS; Sakshaug e Johannessen, 2005).

Cruzamento	Pista lateral	Limite de velocidade	Custos (milhão km por milhão de veículos)	Acidentes com vítimas por milhão de veículos (valores normais)
Cruzamento em T com preferencial	0,2	50	0,053	0,032
	0,2	80	0,226	0,060
	0,4	50	0,066	0,039
	0,4	80	0,277	0,073
Cruzamento em X com preferencial	0,2	50	0,128	0,081
	0,2	80	0,356	0,151
	0,4	50	0,157	0,099
	0,4	80	0,437	0,186
Cruzamento em T com preferencial à direita	0,1	50	0,126	0,070
	0,3	50	0,235	0,130
Cruzamento em X com preferencial à direita	0,1	50	0,161	0,100
	0,3	50	0,290	0,180
Cruzamento em T com semáforo	0,2	50	0,100	0,050
Cruzamento em X com semáforo	0,2	50	0,168	0,100
Rotatória, cruzamento em T	0,2	50	0,047	0,030
Rotatória, cruzamento em X	0,2	50	0,079	0,050

que em cruzamentos em T. Os demais aumentos de risco de acidentes acontecem com o aumento no tráfego da pista lateral nos cruzamentos. As rotatórias têm menores riscos e custos de acidente com feridos que os outros tipos de cruzamento.

A tabela 3.11 mostra os riscos de acidente relacionados a *outros elementos do trânsito*, como pontes e túneis (Cruzvik e Muskaug, 1994; Hvoslef, 1995; Wold, 1995; Amundsen e Ranes, 1997; Amundsen e Engebretsen, 2008).

TABELA 3.11 RISCO NORMAL DE ACIDENTE EM DIFERENTES TIPOS DE ELEMENTOS DO TRÂNSITO. ACIDENTES COM VÍTIMAS POR VEÍCULO-KILOMETRO.

Elementos do trânsito	Variantes de elementos	Trecho/ tipo de acidente	Acidentes por milhão de veículo-quilômetro	
Pontes	Elevação <6%	50-100 m antes	0,28	
		Primeiros 50-100 m	0,18	
		Meio	0,11	
		Todo o trecho	0,16	
	Elevação >6%	50-100 m antes	0,42	
		Primeiros 50-100 m	0,34	
		Meio	0,22	
		Todo o trecho	0,26	
		Todos	Todos	0,20
	Túneis	Todos os túneis	50 m antes	0,27
Primeiros 50 m			0,24	
Próximos 100 m			0,19	
Meio (resto do túnel)			0,08	
Todo o trecho			0,13	
Túneis de 500 m ou mais longos		50-100 m antes	0,30	
		Primeiros 50 m	0,32	
		Próximos 100 m	0,18	
		Meio (resto do túnel)	0,08	
		Todo o trecho	0,12	
Cruzamento desnivelado	Meio trevo rodoviário	Todos os acidentes	0,08	
	Rodoanel	Todos os acidentes	0,09	
	Cruzamento Dispositivo	Todos os acidentes	0,10	
	Cruzamento com duas alças transversais	Todos os acidentes	0,05	
	Anel/trevo	Todos os acidentes	0,08	
	Dispositivo /trevo	Todos os acidentes	0,16	
	Dispositivo /anel	Todos os acidentes	0,06	
	Todos	Todos os acidentes	0,08	
Curvas abruptas	Até 0,25 por km	Entrada e saída	0,66	
	0,26-0,50 por km	Entrada e saída	0,59	
	0,50-0,75 por km	Entrada e saída	0,24	
	Mais de 0,75 por km	Entrada e saída	0,19	
	Todos	Entrada e saída	0,50	

O risco de acidente em pontes e túneis é maior em zonas de transição. Zona de transição é normalmente definida como os últimos 50 a 100 metros antes da ponte ou do túnel e os primeiros 50 a 100 metros dentro deles. A zona do meio é constituída pelas demais partes. Os valores de risco para pontes na tabela 3.11 são representativos para pontes com um comprimento entre cerca de 500 e 1.500 m. Os índices de risco incluem todos os acidentes oficialmente relatados com vítimas.

Em túneis com curvas, o número de acidentes aumenta. Em túneis com um raio de curva de menos

de 150 m, o número de acidentes por milhão de veículo-quilômetro é de 0,31. Com raio entre 150 e 300 m, o número cai para 0,19. Com raio entre 300 e 600 m, cai para 0,12, e em túneis com curvas de raio 600 m, o número é de 0,08 acidentes por milhão de veículo-quilômetro. Ademais, o risco de acidente é mais elevado em túneis urbanos duplos do que em túneis de mão única. Já nas rodovias e trechos estendidos, é maior em túneis de mão única que nos duplos (Amundsen & Engebretsen, 2008).

Em cruzamentos desnivelados, a média de risco de acidentes com vítimas é de 0,08 por milhão de

veículo-quilômetro. O tráfego em cruzamentos desnivelados é calculado em veículo-quilômetro, e não somente por veículos, pois as rampas de cruzamentos maiores podem ter uma extensão superior a 1 ou 2 km. O risco pode variar um pouco, mas não dramaticamente, entre os diferentes cruzamentos desnivelados.

Uma curva abrupta, segundo designação do chamado programa URF (Amundsen e Lie, 1984), que é um programa de computador que calcula o quão surpreendente uma curva pode parecer ao condutor, tem uma média de 0,5 ocorrência de saídas da pista por milhão de veículo-quilômetro. Entende-se que cada curva tem, em média, 0,15 km de comprimento. Quanto mais curvas por quilômetro, menores parecem os riscos que cada uma representa.

Importância dos fatores ambientais em acidentes.

O risco de acidentes no trânsito varia no tempo e no espaço. A tabela 3.12 mostra a variação no risco de lesões entre os municípios. Os valores são as médias para os anos entre 2000 e 2005.

A variação de riscos de acidente entre os municípios é bem pequena. Os extremos são Buskerud e Akershus, com o menor número de danos por veículo-quilôme-

tro, e Sør-Trøndelag e Oslo, com cerca do dobro. Em Akershus e Buskerud há um tráfego relativamente alto nas autoestradas, o que ajuda a reduzir o risco. Oslo tem um alto risco no trânsito de suas ruas.

A figura 3.13 mostra a variação do risco de lesão entre dias da semana e horários para condutores e passageiros em veículos de passeio (Bjørnskau, 2008). A figura se limita a automóveis, pois não há dados suficientemente bons de exposição, divididos em dias de semana e horários, para os outros grupos de usuários das vias. O número oficial de lesões é utilizado no cálculo do risco. A figura mostra que o risco relativo de lesão, o risco médio, é definido igual a 1, e que o risco de ferimentos em um automóvel é maior durante a noite (das 0h às 6h) do que no resto do dia. O risco é especialmente alto nas noites de domingo: 30 vezes maior que a média. Este resultado se deve a vários fatores. Primeiro, há relativamente menos pessoas que conduzem na noite de domingo e, segundo, a maioria dos que o fazem são jovens. Os jovens têm um risco muito maior de acidentes e, além disso, há muitas mortes entre eles, segundo a pesquisa de hábitos de viagem, de modo que essa exposição pode estar sendo subestimada (Bjørnskau, 2008). Entre os dias úteis, as sextas-feiras e os sábados são apontados como os dias de maior risco.

TABELA 3.12: RISCO DE ACIDENTE NOS MUNICÍPIOS. NÚMERO DE ACIDENTES E VOLUME DE TRÁFEGO POR ANO.

Município	Feridos ou mortos	Mortos	Milhão de veículo-km	Feridos ou mortos por milhão de veículo-km	Mortos por milhão de veículo-km
Østfold	723,2	19,0	2.659	0,272	0,007
Akershus	1.047,8	23,5	5.177	0,202	0,005
Oslo	1.272,0	8,7	3.011	0,422	0,003
Hedmark	578,0	19,2	1.950	0,296	0,010
Oppland	498,5	20,0	2.169	0,230	0,009
Buskerud	548,7	21,3	2.878	0,191	0,007
Vestfold	568,2	14,0	2.152	0,264	0,007
Telemark	549,3	12,8	1.549	0,355	0,008
Aust-Agder	307,0	11,0	1.068	0,287	0,010
Vest-Agder	389,8	13,0	1.427	0,273	0,009
Rogaland	745,2	21,8	3.552	0,210	0,006
Hordaland	984,2	15,7	3.859	0,255	0,004
Sogn og Fjordane	240,5	7,0	815	0,295	0,009
Møre og Romsdal	587,3	16,3	1.462	0,402	0,011
Sør Trøndelag	709,0	13,3	1.644	0,431	0,008
Nord Trøndelag	274,3	9,5	1.333	0,206	0,007
Nordland	526,8	17,2	1.855	0,284	0,009
Troms	344,2	12,2	1.082	0,318	0,011
Finnmark	132,7	5,7	553	0,240	0,010
Todo país	11.027	281	28.686	0,274	0,007

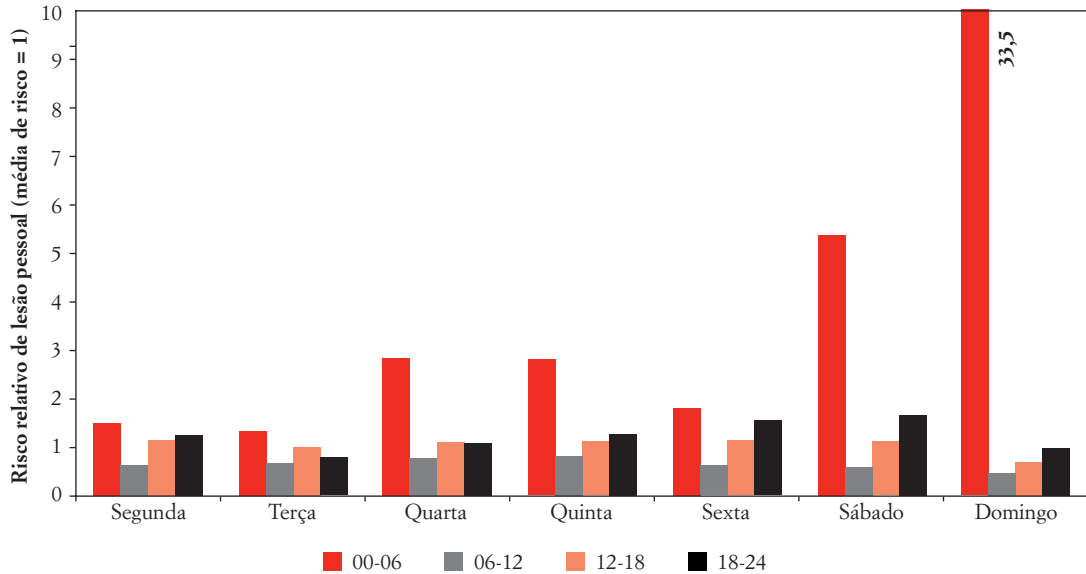


Figura 3.13: O risco relativo de lesão pessoal de condutores e passageiros em veículos de passeio, dividido em dias úteis e horários, em 2005. Número relativo, o risco total = 1 (Bjørnskau, 2008).

A figura 3.14 apresenta as variações correspondentes a dias da semana e horários, para o risco de lesão pessoal (Bjørnskau, 2008). O registro TRAST é usado como base para o cálculo desses valores de risco. A figura 3.14 mostra que o risco de danos materiais varia menos entre dias e horários diferentes que o risco de lesões pessoais. A noite de domingo, no entanto, é o momento em que o risco é maior também para os danos materiais. O risco é cerca de seis vezes acima da média. A tarde de sexta-feira também é

apontada como um período de relativo alto risco de danos materiais, talvez pelo fato de que, nesse dia, na maioria das vezes há tráfego pesado e muitas filas com velocidade reduzida.

A falta de luminosidade, a chuva e as difíceis condições de direção contribuem para o aumento dos riscos. Isso foi comprovado em diversos estudos (Hvoslef 1976; Satterthwaite, 1976; Sherretz e Farha, 1978; Ivey et al., 1981; Brodsky e Hakkert, 1988; Ragnøy,

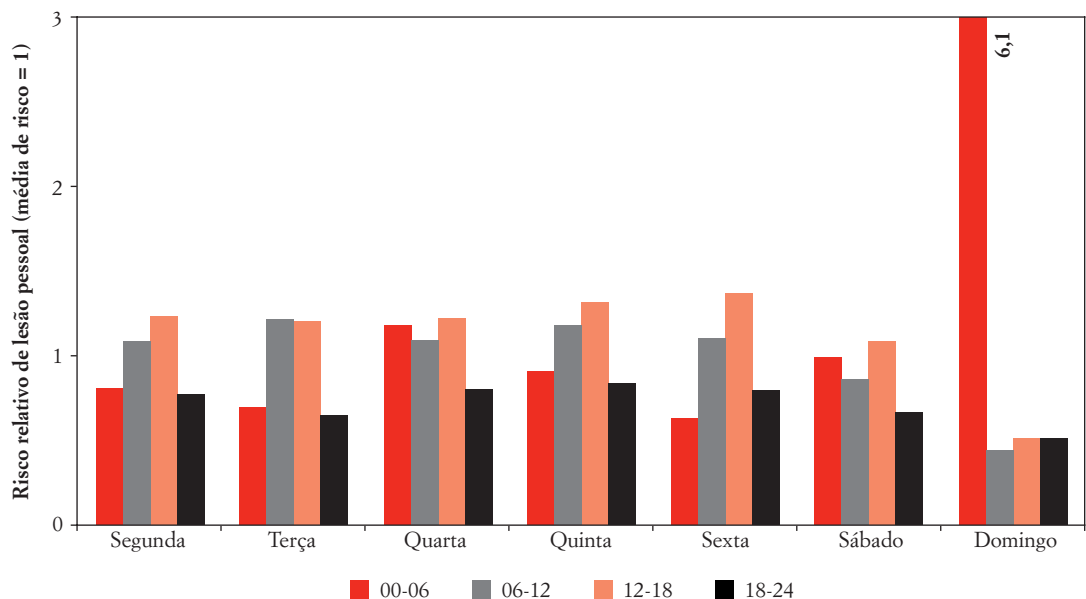


Figura 3.14: O risco relativo de danos materiais em veículos de passeio dividido em dias úteis e horários, em 2005. Número relativo, o risco total = 1 (Bjørnskau, 2008).

1989; Fridstrøm e Ingebrigtsen, 1991; Fridstrøm et al., 1995; Sakshaug e Vaa, 1995; Vaa, 1995; Johansson, Wanvik e Elvik, 2008; Wanvik, 2009). Com base nesses estudos, configuraram-se os valores de risco relativos, conforme apresenta a tabela 3.13. Eles devem fornecer uma melhor estimativa do risco relativo de lesão, associado a diferentes condições meteorológicas e de luminosidade na Noruega. As probabilidades de ocorrência aumentam em vias molhadas e com a presença de neve ou gelo. Para pedestres e ciclistas, o risco também aumenta no escuro. Para automóveis, no entanto, não foi encontrado qualquer aumento. Em relação à luminosidade, existem diferenças entre as vias iluminadas e sem iluminação. Estima-se que o risco (para todos os usuários das vias no geral) no escuro é somente 2% maior do que à luz do dia para vias iluminadas, mas 32% maior para vias sem iluminação (Wanvik, 2006).

Fatores de risco relacionados aos usuários. Os comportamentos e as características dos usuários têm grande relevância nos índices de acidentes. Mas a influência do indivíduo é, por muitas razões, difícil de estudar e quantificar (Elvik e Vaa, 1990). Em primeiro lugar, há muitos fatores humanos que podem estar relacionados, e diferentes fatores podem ter uma relação incerta entre si. Em segundo lugar, muitos fatores humanos são difíceis de medir de uma forma satisfatória. Isso se aplica especialmente para características abstratas, como atitudes e mentalidade. Até certo ponto, também se refere a comportamentos, como por exemplo, o nível de atenção. Em terceiro lugar, alguns fatores humanos são, ainda, afetados pela própria tentativa de medi-los. Talvez o melhor exemplo disso seja a atenção. Quem não acabaria por tentar ser extremamente cuidadoso quando se sabe que: “Agora vamos examinar o quão atento você está no trânsito”? Em quarto lugar, são pouquíssimas as informações sobre fatores huma-

nos reunidas de forma rotineira. Informações sobre idade e sexo são praticamente contidas em fatores humanos no registro oficial de acidentes, passíveis de serem utilizadas satisfatoriamente.

A figura 3.15 mostra a variação no risco de lesão pessoal dos condutores de acordo com sexo e idade (Bjørnskau, 2008). Na figura, o risco de lesão é calculado com base no registro oficial de acidente (SSB).

Os condutores mais jovens têm o risco mais alto. Esta é uma conclusão que se tem repetido com muita frequência em estudos de risco, e Evans (1991) escreve que “quase deve ser considerado como uma lei natural”. Também, condutores mais velhos têm maior risco de lesão que a média, mas não tão alto quanto os mais jovens. Os resultados sugerem que o aumento do risco com o aumento da idade foi menor em 2005 que em 2001, sobretudo para as mulheres. Isso pode ser uma variação ao acaso, mas também é possível que tenha havido uma melhora real, especialmente entre as mulheres. Elas normalmente tiram a carteira de motorista antes do que os homens, o que acaba resultando em maior experiência. A melhor resistência à colisão dos veículos também pode ter contribuído para a redução do risco entre os condutores mais velhos (Bjørnskau, 2008).

O risco é maior entre as mulheres do que entre os homens. Calculado com base em números oficiais, o índice para mulheres é aproximadamente 30% mais elevado. Vários outros estudos também mostram maior risco de lesão entre mulheres do que entre homens (Bjørnskau, 1988; Broughton, 1988; Forsyth, Maycock e Sexton, 1995; Massie, Green e Campbell, 1997). Uma das explicações prováveis é que as mulheres dirigem menos que os homens, e o risco diminui com o aumento de horas na direção. Além disso, as mulheres normalmente dirigem veículos

TABELA 3.13. O RISCO RELATIVO DE ACIDENTES COM LESÃO PESSOAL RELACIONADOS A DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS.

Fator	Valores do fator	Risco relativo	Incerteza
Iluminação	Luz do dia	1,0	
	Sem luminosidade - acidentes de veículos	1,1	(0,8; 1,6)
	Sem luminosidade - acidentes de pedestres	2,2	(1,1; 6,2)
	Sem luminosidade - acidentes de bicicletas	2,1	(0,9; 6,2)
	Todos os acidentes	1,4	(1,1; 1,9)
Condução	Pista seca	1,0	
	Pista molhada	1,3	(1,1-1,8)
	Pista escorregadia (neve úmida)	1,5	(1,1-2,0)
	Pista com neve ou gelo	2,5	(1,5-4,0)

menos seguros que os dos homens e em cidades, onde o risco é maior que nas áreas rurais. O risco de passageiros mostra, em linhas gerais, a mesma variação de idade que entre condutores. A explicação mais óbvia para isso é que a idade do passageiro e a do condutor são próximas, provavelmente pela ligação entre eles (condutores jovens têm passageiros jovens, e condutores mais velhos, passageiros mais velhos).

As figuras 3.16 e 3.17 mostram a variação do risco de lesões entre pedestres e ciclistas, por sexo e idade (Bjørnskau, 2008). Entre os pedestres, são os mais velhos os mais vulneráveis. E os jovens também têm maior risco como pedestres do que a média, mas não tão alto quanto o dos mais velhos. As mulheres pedestres, em média, têm risco cerca de 5% mais alto que os homens, mas esta diferença não é

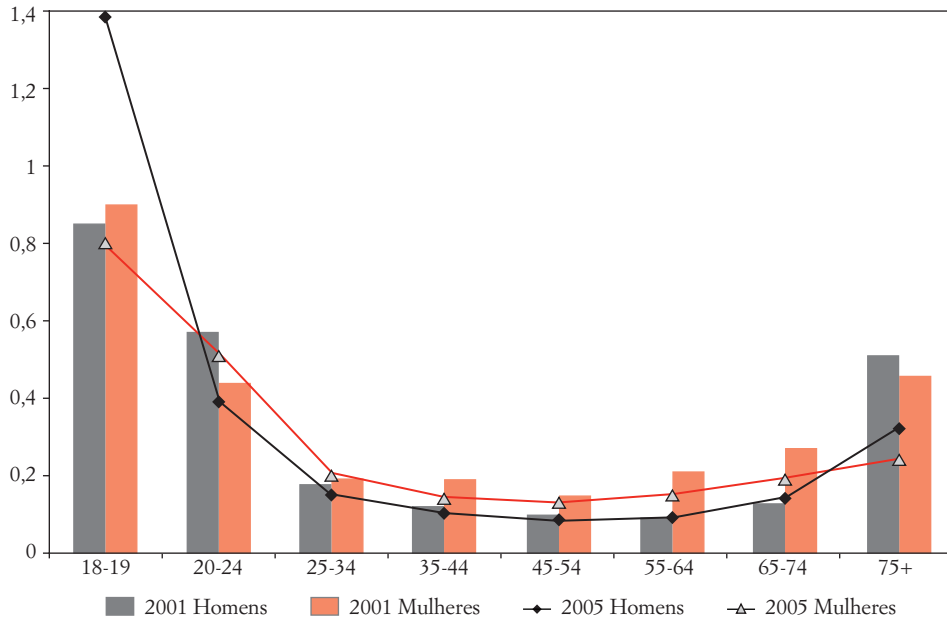


Figura 3.15: Risco de ferimento (lesões por milhão de passageiro-quilômetro) para condutores do sexo feminino e masculino, em veículos de passeio, por idade, em 2001 e 2005 (Bjørnskau, 2008).

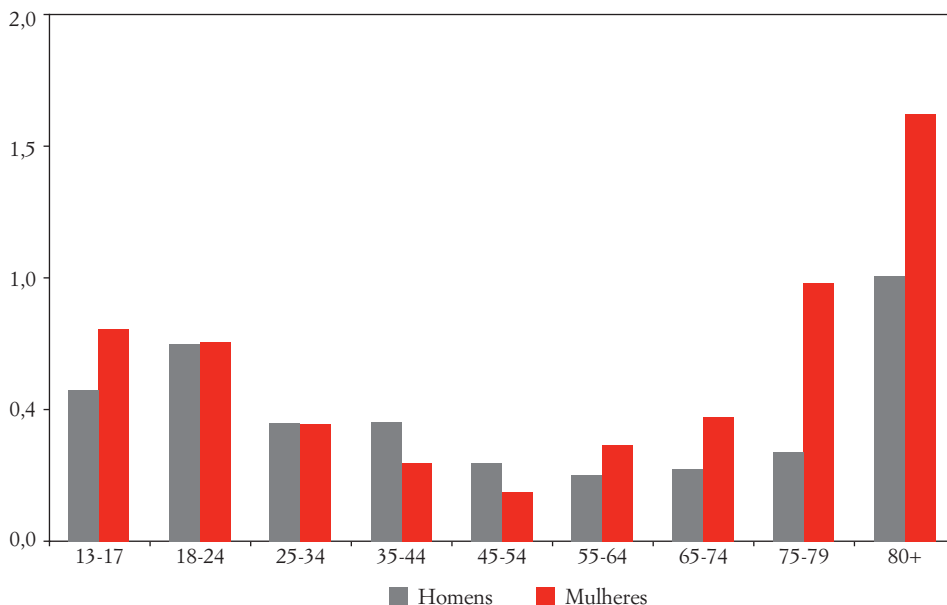


Figura 3.16: Risco de ferimento (lesões por milhão de passageiro-quilômetro) para pedestres, por idade, em 2005 (Bjørnskau, 2008).

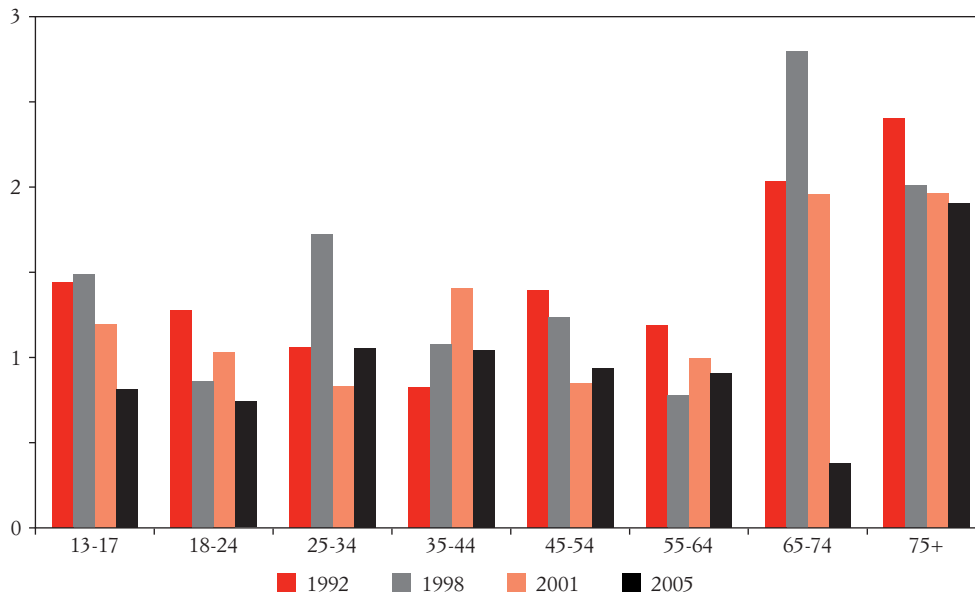


Figura 3.17: Risco de ferimento (lesões por milhão de passageiro-quilômetro) para ciclistas, por idade, em 2005 (Bjørnskau, 2008).

estatisticamente confiável (não mostrada na figura). Existem grandes variações no risco de ferimentos entre ciclistas, tanto de ano para ano quanto entre grupos etários. Também o padrão entre as variações é mais desordenado que o padrão encontrado entre os condutores e pedestres. Ainda, há uma tendência para que ciclistas mais velhos tenham o maior risco de lesão.

Além de sexo e idade, o álcool tem uma influência bastante consistente entre os fatores de risco pesquisados relacionados aos usuários das vias. De acordo com uma pesquisa norueguesa sobre acostamentos, realizada em 1981 e 1982 (Glad, 1985), foi calculado o risco relativo de lesão para condutores com diferentes níveis de álcool no sangue (Assum e Ingebrigtsen, 1990). A figura 3.18 mostra os resultados dos cálculos.

O risco de lesões aumenta drasticamente com o aumento de álcool no sangue, e é 65 vezes maior para os condutores com nível de álcool no sangue acima de 1,5 do que para os condutores sóbrios. Com álcool no sangue entre 0,2 e 0,5, o risco é cerca de duas vezes maior do que para os condutores sóbrios (Assum et al., 2005). Em média, para todos os níveis acima de 0,5, o risco se multiplica por aproximadamente 25. Nenhum outro fator conhecido interfere tanto quanto a ingestão de álcool entre os usuários do trânsito. O aumento no risco de mortalidade é ainda maior do que o de lesões. Os condutores com nível de álcool no sangue acima de 1,5 tem um total de 550 vezes

maior risco de óbito que os condutores com nível de álcool no sangue de até 0,5 (Glad, 1985).

Outra área em que foram feitas diversas pesquisas é a que investiga o significado de diferentes doenças e problemas de saúde para o risco de acidentes entre os condutores. Quase todos esses estudos relativos aos condutores têm, segundo muitos pesquisadores envolvidos, uma qualidade metodológica baixa. Os resultados devem ser considerados apenas como indicações da ligação entre diferentes problemas de saúde com o risco de acidentes, mas não como relações bem estabelecidas. A tabela 3.14 foi retirada do capítulo sobre medidas de saúde para condutores e mostra a influência de diferentes doenças e deficiências em acidentes (Capítulo 6.2, parte 2). Na tabela, o risco decorrente de diferentes doenças e deficiências de saúde foi calculado em relação ao dos condutores saudáveis, que é igual a 1,00. Fica evidente a partir da tabela 3.14 que uma série de doenças e problemas de saúde contribui para aumentar o risco de acidentes, apesar de ser uma contribuição baixa.

Um número de pesquisas (Solomon, 1964; Munden 1967; Cirillo, 1968; Dunn e Oeste 1971; Harkey et al. 1990) estudou a relação entre a velocidade de condução e seu risco de acidente. Esses estudos descobriram que tanto os condutores que dirigem com velocidade elevada quanto aqueles que dirigem em baixa velocidade têm maior risco que a média, ou seja, que aqueles que mantêm uma velocidade

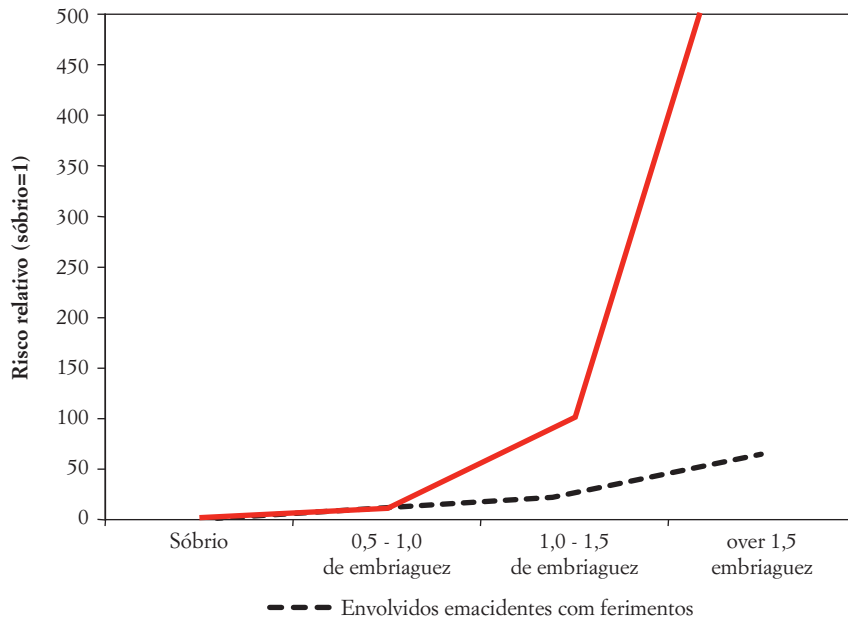


Figura 3.18: Riscos relativos de interferências nas lesões pessoais e mortes para condutores em diferentes níveis de álcool no sangue.

adequada ao ambiente em que conduzem. Um estudo australiano recente (Kloed et al., 2001) constatou que os condutores que dirigiam numa velocidade acima da média tinham um risco maior de acidente, enquanto que os que dirigiam abaixo não apresentavam muita diferença.

Essas pesquisas têm sido muito discutidas. Hauer (2009) concluiu, com isso, que há uma alta probabilidade de que os resultados das investigações sejam expressos principalmente como fatos metodológicos e não mostrem diferenças reais de acidentes. Pode haver vários argumentos para essa interpretação relacionados, entre outros, com: (A) os tipos de

acidentes que incluíam – acidentes em que o veículo é desligado ao capotar pela diminuição brusca de velocidade podem criar a impressão de que a baixa velocidade resulta em acidentes; (B) como se relatam os acidentes – as partes envolvidas no mesmo veículo podem ter sido ouvidas mais de uma vez, e (C) a incerteza na reconstrução da velocidade para veículos envolvidos em acidentes. Embora estes argumentos não comprovem definitivamente que as conclusões sejam confiáveis, tornam-nas, no entanto, altamente prováveis.

Em um tratado intitulado “Teoria do jogo, tráfego e acidentes – uma teoria da interação no trânsito”,

TABELA 3.14: IMPORTÂNCIA DE DIFERENTES DOENÇAS E DEFICIÊNCIAS DE SAÚDE DO CONDUTOR PARA O RISCO DE ACIDENTES.

Doenças, grupos principais	Melhores estimativas	Incerteza no risco
Deficiência visual - todos os tipos	1,09	(1,04; 1,15)
Deficiência auditiva	1,19	(1,02; 1,40)
Artrite/problemas motores	1,17	(1,004; 1,36)
Doenças cardíacas/circulatórias	1,23	(1,09; 1,38)
Diabetes mellitus	1,56	(1,31; 1,86)
Doenças neurológicas	1,75	(1,61; 1,89)
Transtornos mentais	1,72	(1,48; 1,99)
Alcoolismo	2,00	(1,89; 2,12)
Medicamentos e substâncias psicoativas	1,58	(1,45; 1,73)
Distúrbios renais	0,87	(0,54; 1,34)
Média ponderada de todos os grupos	1,33	(1,28; 1,37)

Bjørnskau (1994A) estudou a relação entre o comportamento autorreferido dos condutores no detalhamento do acidente. Um dos problemas que essa pesquisa destaca é o aumento do risco quando um condutor apresenta um comportamento diferente do esperado em determinada situação. Os resultados do estudo são complexos. Uma das principais conclusões é que condutores “estrategicamente racionais” têm menor risco de acidentes que aqueles com raciocínio menos estratégico. Um condutor racionalmente estratégico é definido como aquele com boa capacidade de prever o comportamento dos outros em determinadas situações e utilizar essas previsões para evitar obstáculos no trânsito. Por exemplo, arrancar antes dos outros nos cruzamentos. Isso significa que uma direção muito defensiva não necessariamente aumenta a segurança em todas as situações. Os condutores que optam por parar em situações em que a maioria optaria por acelerar, como quando o semáforo fica amarelo, são mais propensos a colisões traseiras que os condutores que nessas situações têm o mesmo comportamento que a maioria, que optaria por acelerar.

Por isso, o estudo sustenta a hipótese de que uma alta previsibilidade do comportamento no trânsito ajuda a melhorar a segurança. Alta previsibilidade significa que, com um alto grau de certeza, pode-se dizer de antemão a atitude de um condutor em uma determinada situação. Em teoria, o comportamento no trânsito deveria tornar-se previsível pelas regras de trânsito. Na prática, isso não é o que acontece, pois, em primeiro lugar, os condutores não seguem todas as regras de trânsito de cada situação com exatidão. São formadas regras ou convenções informais para o que é considerado comportamento normal em diferentes situações, e elas nem sempre estão de acordo com as regras de trânsito. Em segundo lugar, não há regras de trânsito cujas soluções sejam inequívocas para as distintas situações. Em cruzamentos regulamentados com a preferencial da direita, por exemplo, pode facilmente ocorrer a chamada situação de ‘pare’ ao mesmo tempo, em que em todas as vias do cruzamento o condutor deve ceder a passagem ao outro simultaneamente. Nesses casos, a regra geral do Código de Trânsito, que diz que se deve ter cuidado no trânsito (Código de Trânsito § 3), não dá nenhum esclarecimento sobre como resolver a situação. Na prática, a solução é dada por convenções informais estabelecidas entre os próprios condutores, mas nem todos as seguem ou as percebem da mesma forma.

3.9.3 Fatores que afetam o grau de danos dos acidentes

Muitos fatores afetam a probabilidade de um acidente acontecer. Eles também afetam a gravidade das consequências de um acidente sob a forma das lesões. Esta seção descreve brevemente a importância de alguns fatores-chave para a probabilidade de ocorrência de lesão em um acidente. Estes fatores são:

- A massa do veículo;
- A velocidade no momento da colisão;
- As características do usuário da via (principalmente idade), e
- O uso de equipamentos de proteção individual.

Massa do veículo. A importância da massa do veículo e de se ter uma carroceria como proteção do corpo está descrita no capítulo de medidas 4.19 (parte 2). Foi bem documentado o fato de que, quanto maior a massa, maior a proteção que se tem contra lesões causadas por acidentes. Nas estatísticas oficiais norueguesas de acidentes relatados, a importância da massa e da carroceria pode ser constatada com o estudo de como a probabilidade de morte ou ferimento varia entre diferentes grupos de usuários e de tipos de veículo. Esta averiguação é possível porque também os condutores ilesos envolvidos em acidentes com vítimas (incluindo pedestres e ciclistas) são registrados nas estatísticas oficiais. A figura 3.19 mostra como a probabilidade de morte ou lesão, quando se está envolvido em um acidente relatável, varia entre grupos de usuários e tipos de veículo.

O número é baseado no registro oficial de acidentes. Entre pedestres e ciclistas, mais de 95% dos envolvidos sofrem lesões. Entre ciclomotoristas e motociclistas, a proporção de feridos é cerca de 90%. Cerca de 50% dos condutores de veículo de passeio são feridos. Entre os condutores de ônibus ou caminhão, a proporção de lesões é de 10 a 20%. Estas diferenças ficariam ainda mais claras se fossem considerados os danos materiais. As estatísticas de acidentes com danos materiais não permitem uma divisão tão detalhada entre modelos de veículos como as estatísticas de acidentes com vítimas.

O peso dos veículos não tem grande impacto sobre o número total de condutores ou passageiros feridos. Os veículos maiores e mais pesados, no entanto, dão maior proteção para condutores e passageiros, mas isso somente se comparado aos veículos menores. As pessoas em um veículo de passeio de

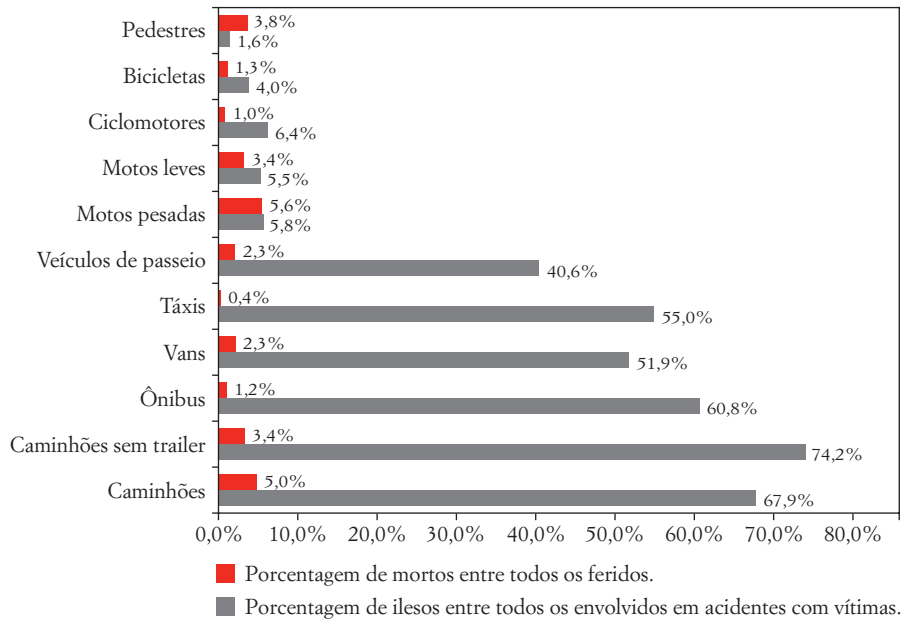


Figura 3.19: Relação entre o peso do veículo e a proporção de todos condutores/pedestres ileso ou mortos, envolvidos em acidentes relatáveis de 2000 a 2009.

1,5 tonelada têm um risco 45% menor de lesão em uma colisão do que as pessoas em um veículo de 0,85 tonelada. O risco de as pessoas em veículos de 0,85 t serem feridas em uma colisão com um veículo de 1,5t é 75% maior do que em uma colisão com outro veículo de 0,85 t.

Velocidade no momento de colisão. A relação entre a velocidade no momento do acidente e a probabi-

lidade de ser ferido é igual tanto para pedestres e ciclistas quanto para condutores, mas para estes últimos a probabilidade é deslocada para uma velocidade inferior. A figura 3.20 mostra como a probabilidade de morte, tanto para pedestres atropelados por veículos de passeio quanto para condutores, depende da velocidade em que ocorre o acidente (velocidade do veículo). Como mostra a figura, a probabilidade de ser morto é maior do que a probabilidade de

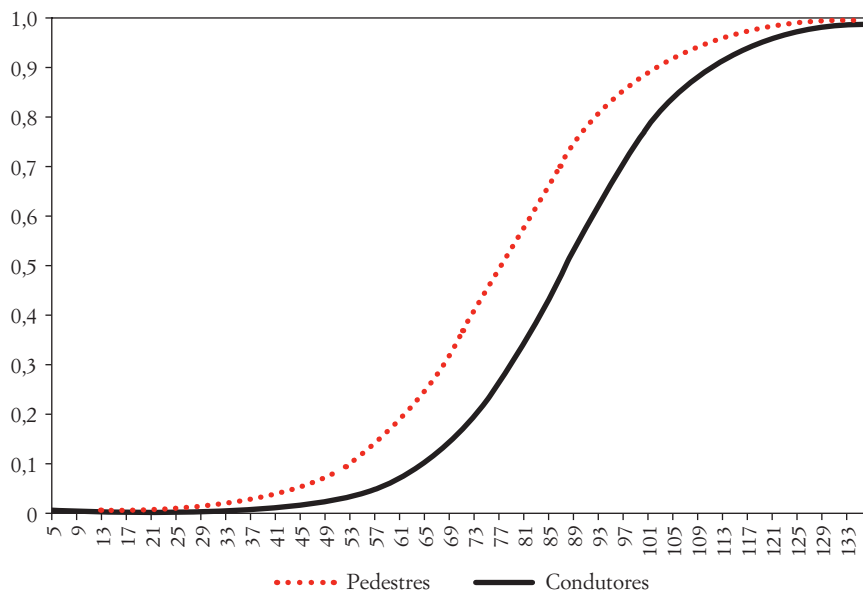


Figura 3.20: Probabilidade de morte de pedestres e condutores, de acordo com a velocidade de colisão (Elvik, 2009).

não ser morto em uma velocidade de 77 km/h para pedestres, e de 55 km/h para os condutores.

Característica do usuário da via. A probabilidade de ser ferido ou morto em um acidente aumenta, *ceteris paribus*, com a idade do usuário (*Transportation Research Board*, 1988). Com o aumento da idade, aumenta o risco de acidentes, devido, em parte, à diminuição das funções fisiológicas e cognitivas (especialmente atenção e processamento de informações de velocidade) e ao aumento da incidência de doenças.

Uso de equipamentos de proteção individual. O uso de equipamentos de proteção individual é significativo para a probabilidade de lesão em um acidente de trânsito, especialmente para usuários que não são protegidos de outra forma, ou seja, pedestres, ciclistas, ciclomotoristas ou motociclistas. Um ciclomotorista ou motociclista, com o uso de capacete, reduz a probabilidade de lesões fatais na cabeça em cerca de 44% e a probabilidade de ser ferido no geral em

aproximadamente 25%. Com o uso, além disso, de equipamentos de proteção em couro, reduz-se a probabilidade de ferimentos em aproximadamente 30%. Ao todo, os equipamentos de proteção fornecem uma redução da probabilidade de lesão de quase 50% [$1 - (0,75 \times 0,70)$]. Um pedestre que usa roupa refletora reduz a probabilidade de ser atingido no escuro em cerca de 50%. Um condutor com cinto de segurança tem entre 20 e 30% menores chances de ser ferido do que um condutor sem cinto de segurança, e entre 40 e 50% menores probabilidades de ser morto.

Outros fatores. Entre outros fatores que também desempenham um papel importante na probabilidade de ser ferido, podem-se incluir: o tipo de acidente (Evans, 1991; Grime, 1987; Harms, 1992; Partyka, 1979), a posição onde se está sentado no carro (Evans, 1991) e a configuração da via (Perchonok et al., 1978). As colisões frontais são as mais graves. Os bancos traseiros são geralmente os mais seguros, e os terrenos montanhosos são os mais perigosos quando ocorre a saída da pista.

4.1 ALGUNS PROBLEMAS BÁSICOS EM PESQUISA DE SEGURANÇA VIÁRIA

Este livro foi escrito a partir de uma determinada perspectiva técnica. Esta perspectiva profissional inclui uma percepção própria do que é uma boa pesquisa ou uma pesquisa ineficiente em segurança viária e de como chegar ao entendimento do porquê dos acidentes e como evitá-los. Não se pode justificar plenamente a visão especializada, nem determinar em absoluto o certo e o errado, mas sua perspectiva ainda é mais bem justificada do que outras.

Este capítulo apresenta as principais ideias sobre a seguinte pergunta:

- *Causas dos acidentes e fatores de risco:* Por que acontecem acidentes de trânsito? Quais explicações e conceitos causais são mais úteis? Que conclusões práticas podem ser tiradas, uma vez compreendidas as causas dos acidentes?
- *Acidentes de trânsito como problema independente:* Os acidentes de trânsito são um problema independente, que se desenvolve de forma totalmente desvinculada da ação das autoridades? Por que o comportamento dos usuários muda como resultado de certas medidas de segurança viária?
- *A segurança e a insegurança dos usuários:* Qual o papel da segurança e da insegurança no trânsito? A falsa segurança é um problema?
- *Acidentes e índices de risco como meta de segurança:* Qual é a melhor meta da segurança viária? Como as mudanças no número de acidentes devem ser interpretadas? Que valor tem o índice de risco?
- *Princípios para a melhoria da segurança viária:* Como os acidentes podem ser reduzidos? Que conclusões práticas podem ser tiradas com o conhecimento dos efeitos das diferentes medidas? Quais são os principais caminhos a serem seguidos para reduzir o número de acidentes?

Como melhor pesquisar os resultados das medidas de segurança e qual a metodologia adequada a ser utilizada são perguntas que exigem uma discussão

mais aprofundada. Esta discussão é mostrada no Capítulo 5.

4.2 CAUSAS DE ACIDENTES OU FATORES DE RISCO?

A importância de se conhecer por que os acidentes acontecem. Uma ideia comum desde aproximadamente 1960 era de que as fatalidades de trânsito não podiam ser combatidas de forma efetiva sem se conhecer “as verdadeiras razões”. Esta visão foi expressa no primeiro relatório parlamentar sobre segurança viária na Noruega (Ministério da Justiça, St Meld 83, 1961-1962, sobre medidas destinadas a promover a segurança do trânsito), que afirma:

“Um planejamento completo de medidas para prevenir acidentes de trânsito é de grande importância caso se queira alcançar bons resultados. Para que o planejamento seja eficaz, é necessário conhecer e analisar os problemas de trânsito a serem corrigidos pelas medidas. Hoje em dia, é impossível realizar este trabalho de planejamento de forma inteiramente satisfatória. Ainda não se tem conhecimento suficiente das causas reais dos acidentes de trânsito; conseqüentemente, tampouco de suas soluções. Geralmente é um conjunto de causas concomitantes que resultam em acidentes, e se torna difícil avaliar a importância dos elementos causais individuais.”

É óbvio que é preciso conhecer as causas de um problema para resolvê-lo. Mas não há garantias de que se possa atingir sempre um conhecimento totalmente seguro e inequívoco sobre elas. Também não há garantias de que as razões encontradas possam ser facilmente removidas ou controladas. Isso não significa, necessariamente, que seja impossível encontrar medidas eficazes contra os acidentes de trânsito.

Fatores de risco – um conceito estatisticamente causal. Como causa de um acontecimento entende-se normalmente um fator ou evento que tenha

produzido uma alteração ou efeito (ex. um acidente) que de outra forma não teria acontecido (Elvik, 2004). A relação causal pode ser determinista, mas não deveria. Perguntar-se *a causa* de um acidente geralmente é sem sentido. A maioria dos acidentes é o resultado de um conjunto de suficientes fatores que juntos contribuem para provocá-lo. Há tantas combinações de diferentes fatores quanto há acidentes. Na pesquisa de segurança viária, trabalhamos com um conceito causal estatístico: *fatores de risco*. Estes fatores não *devem* ser interpretados como condições necessárias nem suficientes para acidentes.

Os fatores de risco são fatores que aumentam a probabilidade de um acidente ou lesão. Estudando-os, podemos obter algum esclarecimento sobre as condições anômalas que produzem acidentes. Quanto maior o número de fatores de risco simultâneos, maior a probabilidade de que algo aconteça. Quais fatores agem simultaneamente depende, em parte, das coincidências, das vias mal projetadas ou do comportamento dos usuários. Quanto mais fatores conhecemos, melhor podemos prever o índice de acidentes. Mas nunca podemos prever um acidente específico com precisão no tempo e no espaço. Comissões de acidentes nos ensinaram que raramente podemos tirar conclusões definitivas e inequívocas sobre o que quer que tenha sido decisivo ou desencadeado um acidente específico. O acidente só pode ser esclarecido rastreando-se uma ampla gama de possíveis fatores contribuintes. Mas, de acordo com a comissão de acidentes, nenhum dos fatores que tenha contribuído para um acidente pode ser considerado condição necessária ou suficiente para sua ocorrência.

O grande número de acidentes de trânsito tem, no entanto, tornado possível, tanto na Noruega como em outros países, construir um grande banco de dados, onde muitos detalhes sobre cada um deles podem ser processados estatisticamente. Desta forma, obtém-se o conhecimento de uma série de fatores que se repetem com maior frequência que outros. Pode haver fatores relacionados ao projeto da via, ao clima, às condições de direção, aos veículos ou aos próprios usuários. Alguns desses fatores, que conhecemos relativamente bem, são discutidos no Capítulo 3, sobre acidentes e riscos no trânsito.

Culpa, responsabilidade e razão não são a mesma coisa. No debate público sobre as causas de acidentes de trânsito, alegou-se que “80 a 90% dos acidentes são causados por erro humano” ou “atitudes equivocadas por parte do condutor”. Essas afirma-

ções podem, aparentemente, ser confirmadas pelos resultados das comissões de acidentes, que muitas vezes se referem às inúmeras falhas do usuário como fatores causadores de ocorrências no trânsito.

Uma possível interpretação do que se entende por “80 a 90% dos acidentes são causados por erro humano” é de que, de fato, em 80 a 90% dos acidentes o Código de Trânsito ou as regras de trânsito são quebrados. Esse resultado não é surpreendente. Pode-se, por exemplo, pensar no condutor que avança o sinal vermelho, ultrapassa os limites de velocidade, dirige por um trecho proibido, etc. Sabemos que a violação das regras de trânsito é muito comum. Na maioria dos casos, essa violação não leva a acidentes. Mas não há sombra de dúvidas de que podem ser detectados delitos em muitos acidentes.

Para determinar a responsabilidade jurídica por um acidente, a polícia deve investigar se alguma infração tem conexão com o ocorrido. A determinação clara da responsabilidade legal geralmente é necessária para resolver eventuais questões de indenização sem necessidade de litígio. Mas examinar as responsabilidades legais por acidentes não é o mesmo que examinar “as causas” do acidente. Quando os condutores são legalmente responsáveis pela maioria dos acidentes, isso não significa necessariamente que os principais fatores de risco por trás de acidentes estão relacionados às características dos mesmos.

É claro que podemos dizer que os condutores deveriam coibir qualquer situação de risco no trânsito, independentemente de fatores externos. Os condutores usuários das vias têm deveres e responsabilidades perante a lei. Há de se atribuir-lhes a responsabilidade de evitar acidentes. É um valor moral e legal. Não podemos, como pesquisadores, nem confirmar nem negar tal avaliação. Devemos distinguir entre avaliações de culpa e responsabilidade, que são úteis e necessárias num contexto legal, e pesquisas sobre fatores de risco, que são úteis e necessárias quando queremos saber como os acidentes realmente ocorrem e como podem ser evitados.

Acidentes normais e acidentes anormais. Perrow lançou o conceito de “acidentes normais” (Perrow, 1984). Ele acredita que há acidentes que ocorram durante o funcionamento normal de um sistema e sem que tenha havido nenhuma anormalidade, nem que os envolvidos tenham se comportado de maneira particularmente descuidada. Ele argumenta que a maioria dos acidentes são normais, mesmo que sejam retratados como anormais nos

meios de comunicação de massa, como, por exemplo, o acidente na usina nuclear de Three Mile Island nos EUA, em 1979.

É razoável supor que a maioria dos acidentes são normais nesse sentido. Eles acontecem em plena luz do dia, em boas condições de direção e com condutores comuns, que não estavam alcoolizados nem cometerem crimes graves que provocaram o acidente. Quando dois veículos colidem em um cruzamento, a razão é muitas vezes extremamente trivial: eles simplesmente não viram um ao outro a tempo (ou não se viram em absoluto). Deixar algo passar despercebido é uma falha normal e perfeitamente humana. Isso não indica, necessariamente, qualquer intenção criminosa ou um desempenho anormal. Os dois veículos colidem simplesmente por estarem no lugar errado, na hora errada. Tivesse um dos veículos passado alguns segundos mais tarde, o acidente provavelmente teria sido evitado.

Um acidente anormal é aquele cuja responsabilidade do risco deve ser conscientemente assumida como tendo contribuído de forma significativa. Acidentes durante corrida de automóvel é anormal, pois a maioria dos condutores dirigem em disputa. Algumas pessoas gostam de colocar-se em situação de risco. Eles são caçadores de emoção. Quantos caçadores de emoção existem e como eles são vulneráveis a acidentes são questões tratadas na próxima seção.

Papel dos fatores humanos em acidentes. Todo acidente está de alguma forma relacionado ao comportamento do usuário envolvido. Quase sempre é possível apontar erros específicos ou escolhas infelizes, feitas normalmente nas frações de segundo que antecedem um acidente (Grime, 1987; Nordquist, 1988). Exemplos do que se entende por fatores humanos que provocam acidentes são os seguintes:

- *Falha de observação:* Novamente, um exemplo deste erro é quando os condutores não se veem antes da ocorrência. Este é um fator causal muito comum em acidentes (Rumar, 1990).
- *Falha na interpretação da situação:* Exemplos: o erro de julgamento no intervalo de tempo entre si e os outros veículos nos cruzamentos ou a previsão incorreta das ações dos outros.
- *Ação falha:* Quando os usuários da via optam por ações equivocadas, como dar sinal na direção errada ou não dar sinal nenhum, ou se esquecem de verificar o ponto cego.
- *Fatores pessoais temporários:* por exemplo, cansaço, estresse, doença.

Esses erros ocorrem com muita frequência em acidentes de trânsito. Muitos deles são, no entanto, normais e acontecem em maior ou menor frequência. Na maioria dos casos, não resultam em acidentes. Mas tão logo um acidente acontece, é fácil designar, em retrospectiva, esses erros como “motivos causais”. Disso, muitos podem concluir que há de se fazer algo para que os condutores evitem acidentes de trânsito. Isto é, por várias razões, uma falácia. Grime (1987) coloca em um comentário aos estudos britânicos aprofundados sobre acidentes:

“Fatores humanos estão presentes em aproximadamente 95% dos acidentes. Talvez não seja surpreendente, já que os condutores estão envolvidos em todos os acidentes e quase sempre é possível imaginar algo que poderiam ter feito para evitá-lo. No entanto, quando pensamos em medida, não estão necessariamente as mais eficazes vinculadas ao fator causal dominante do acidente, mas podem estar em outra área. O comportamento humano pode, muitas vezes, ser mais facilmente afetado com medidas relacionadas às vias e à engenharia de tráfego do que com o treinamento ou o controle da polícia sobre os usuários. Vias e medidas de engenharia de tráfego podem contribuir significativamente para a redução dos acidentes quando os condutores não dominam o ambiente de tráfego.”

Em suma: Não é suficiente demonstrar que um acidente foi provocado por uma ação equivocada do condutor. Também devemos nos perguntar por que o erro foi cometido. Pode-se pensar que grande parte da explicação de erros no trânsito está no sistema, por exigir, em determinadas situações, muito do desempenho humano. Se o sistema é muito complicado, até mesmo o usuário mais bem equipado de vez em quando cometerá erros fatais. Se o sistema se torna muito simples, também pode levar a erros, porque, por exemplo, deixará os condutores entediados e desatentos. A contribuição dos fatores humanos para os acidentes é mais significativa quanto melhor for a construção e a técnica. Por exemplo, ao longo das autoestradas há muitas possibilidades técnicas de erro. Autoestradas não têm cruzamento no mesmo plano com outras vias, nem curvas abruptas, ou passarelas e ciclovias, etc. Os acidentes que ocorrem em tais vias devem ser em grande parte atribuídos a fatores humanos.

A correlação entre a frequência com que um condutor comete diferentes tipos de erros no trânsito e o risco de acidente do condutor (acidentes por km

rodado) foi estudada por Parker et al. (1995). Verificou-se que infrações voluntárias aumentam o risco de acidentes (ex. beber e dirigir). Contudo, não houve associação entre acidentes e outros tipos de erros, como, por exemplo, ações falhas (ex. ignorar um pedestre atravessando), o chamado “lapso” (ex. confundir controles de limpadores de para-brisas e pisca-alerta). Este estudo foi categorizado por sexo, idade, quilometragem anual e frequência de infrações voluntárias. As descobertas mostram que nem todos os erros levam a um aumento de acidentes. Se as ações equivocadas forem distribuídas aleatoriamente entre os usuários (mas não necessariamente entre diferentes ambientes de tráfego), na verdade não haverá razão para acreditar que elas devam ter qualquer ligação com os acidentes individuais, mesmo que se acredite que os erros cometidos no momento anterior são o grande culpado pelo acidente.

Grupos de análise de acidentes e fatores contribuintes. Na sequência de acidentes graves envolvendo aeronaves, navios e trens, é comum nomear comissões de acidente. Essas comissões são encarregadas de analisar em detalhe as possíveis causas de um único acidente. A maioria dos acidentes de trânsito, no entanto, não é investigada por comissões. Na Noruega, todos os acidentes fatais são investigados por grupos de análise desde 2005. Esses grupos são organizados por região e distritos e trabalham em conformidade com as diretrizes da Statens Vegvesen (Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega). Os grupos têm experiência em vias, veículos e usuários. Eles também se articulam com a perícia médica para avaliar o progresso de lesões e tratamento. As tarefas incluem uma pesquisa dos eventos e dos fatores contribuintes e a proposta de medidas. Tanto a Statens Vegvesen quanto a polícia têm deveres perante a Comissão Norueguesa de Investigação de Acidentes (AIBN). A AIBN tem uma seção separada para a investigação de acidentes de trânsito desde 2005. AIBN é notificada principalmente após acidentes em túneis e que envolvam veículos pesados ou transporte de mercadorias perigosas.

Os grupos de análise preparam relatórios que resumem os fatores supostamente contribuintes nos acidentes e as lesões resultantes. Eles podem estar ligados aos usuários, veículos ou vias. Para a maioria dos acidentes são encontrados vários fatores contribuintes. As exceções são apenas alguns casos extremos, como, por exemplo, um deslizamento de terra sobre um veículo. Fatores comumente encontrados na maioria dos acidentes: alta velocidade, falta de habi-

lidade na direção e embriaguez. Problemas relacionados à via contribuíram em 40% das ocorrências, e falhas ou defeitos no veículo contribuíram em aproximadamente 25% de todos os acidentes fatais em 2007. Os principais fatores que contribuíram para que os acidentes se tornassem fatais foram relativos à não-utilização de equipamentos de segurança (cinto de segurança e capacete), alta velocidade e terreno lateral perigoso (Haldorsen, 2007). A figura 4.1 mostra a relação de fatores contribuintes em acidentes fatais que foram encontrados para o ano de 2006.

A falta de habilidade do condutor foi listada como uma das principais causas da maioria das mortes, muitas vezes em combinação com alta velocidade e/ou intoxicação ou fadiga. Falta de habilidade do condutor inclui falta de informação, decisão equivocada, falta de experiência no volante, confiança excessiva em sua própria habilidade e falta de conhecimento técnico do veículo. No entanto, existe uma variação considerável na utilização desta categoria de causas. Em 2005, a falta de habilidade do condutor contribuiu apenas em 29% de todos os acidentes fatais, e em 2007, em 66%. Quando um acidente é explicado pela falta de habilidade, não fica totalmente claro até que ponto esse indício se fez presente e contribuiu para o acidente, ou se esse fator é normalmente utilizado quando outros fatores não parecem suficientes para explicar o acidente. Também pode ser difícil determinar se outro fator relacionado ao usuário esteve envolvido e qual sua real contribuição no ocorrido. Isso vale principalmente para fatores como doença e acidente intencional. Questões de saúde são confidenciais e, apesar de ser uma informação relevante, na maioria das vezes não está disponível.

As proporções de outras causas foram relativamente semelhantes nos três anos de 2005, 2006 e 2007. Entre os fatores mais frequentes relacionados à falta de conhecimento técnico do veículo está o uso de rodas ou pneus de verão no inverno, ou pneus em mau estado de conservação atrás, e não na frente. A maioria destes acidentes ocorrem no inverno.

Rumar (1985) e Broughton (1996) compilaram os resultados de um estudo aprofundado de diferentes fatores contribuintes realizado pelas comissões de acidentes. Os resultados mostram que fatores humanos foram considerados como tendo desencadeado 68% deles. Levam-se em conta, também, acidentes onde foram considerados como fatores humanos um conjunto de outros fatores contribuintes, à porcentagem de 91,5%.

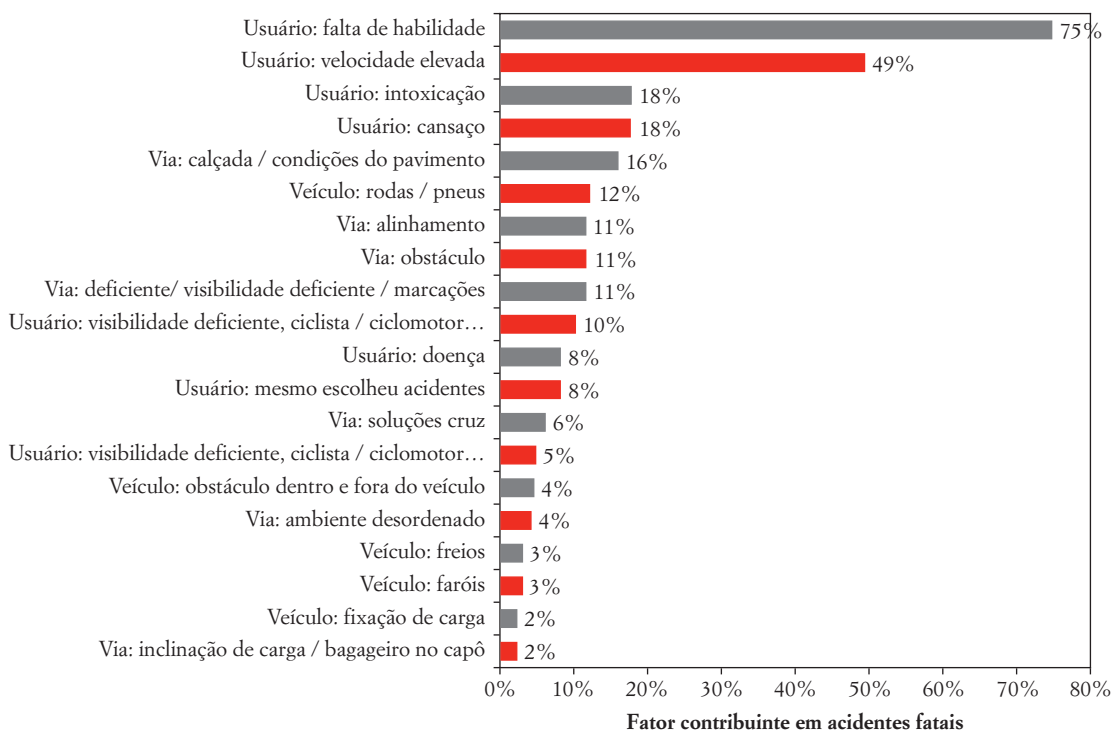


Figura 4.1: Causas que contribuíram nos acidentes fatais na Noruega em 2006 (Haldorsen, 2007).

O emprego de estudos aprofundados sobre acidentes como um meio para se descobrir fatores contribuintes tem basicamente duas limitações:

- Esses estudos carecem de um grupo-controle, ou seja, um estudo sobre o trânsito normal, não só para os acidentes. Portanto, não se pode dizer se, por exemplo, um erro específico está representado de maneira excessiva em acidentes ou não.
- Não se pode distinguir entre “causas” aleatórias e sistemáticas.

Há, portanto, um risco de se exagerar nas explicações específicas sob a forma de longas listas de possíveis fatores contribuintes, onde existem somente alguns fatores significativos. Há também o risco de que essas listas reflitam uma grande parcela (subjetiva) de suposições e hipóteses sobre como teria ocorrido o acidente, e não necessariamente sobre o que realmente aconteceu.

4.3 ACIDENTES DE TRÂNSITO COMO PROBLEMAS INDEPENDENTES: TEORIAS DE EQUILÍBRIO DE RISCOS E ADAPTAÇÃO COMPORTAMENTAL

Teoria do equilíbrio de risco – uma teoria geral para a explicação de acidentes? Nos últimos 15 a

20 anos tem havido nas pesquisas internacionais de segurança viária uma animada discussão sobre os diferentes modelos que supostamente servem para explicar as razões dos acidentes e as possibilidades de formular uma teoria geral para a explicação de acidentes. Quem foi mais longe para propor uma teoria geral para a explicação de acidentes foi o cientista canadense Gerald Wilde. Ele lançou uma teoria sobre o equilíbrio do risco (“Teoria Homeostática de Risco”), conforme a qual, resumidamente, o único fator que a longo prazo leva à redução do número de acidentes por unidade de tempo é o aumento do desejo de segurança por parte da população. As principais características da teoria de Wilde (Wilde, 1982, 1986, 1988, 1994) estão representadas na figura 4.2. Ela mostra os principais fatores que afetam os índices de acidentes de acordo com Wilde.

O princípio suposto por Wilde é o de que os condutores usuários da via estão constantemente adaptando seu comportamento com base numa comparação entre o risco desejado e o experimentado (caixas a e b). Se houver um desvio ou alteração, adapta-se o comportamento, e o mesmo acontece quando o desvio desaparece. Em outras palavras, Wilde pressupõe que o condutor não deseja viajar com um desagradável risco alto ou baixo constatado. Ele quer aproximar o risco percebido de acordo com o seu risco desejado por meio de adaptações comportamentais

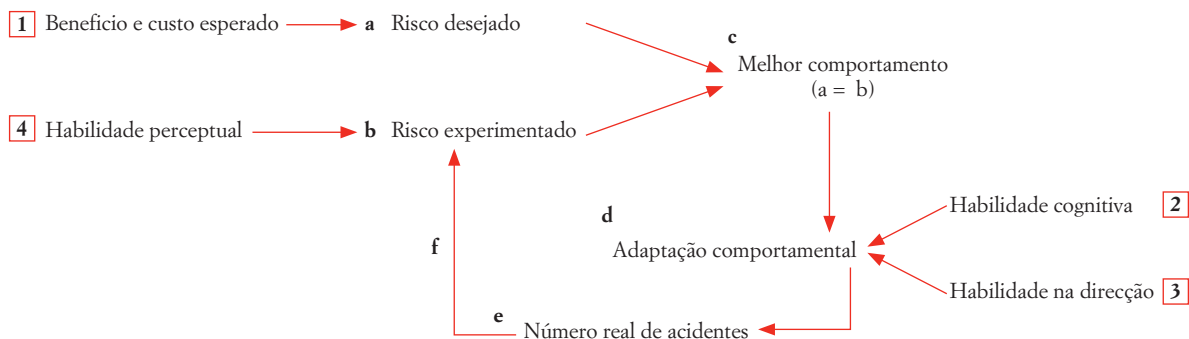


Figura 4.2: A Teoria Homeostática de Risco de Wilde (Wilde, 1994).

(caixas c e d). Exemplos desses ajustes é que a maioria diminui a velocidade quando neva e o pavimento está liso ou aumenta a atenção ao se aproximar de um cruzamento ou uma curva. Adaptações comportamentais afetam os valores reais de acidentes (caixa e), que depois de um tempo, por sua vez, influenciam a percepção do nível de risco (linha f).

O nível de risco desejado pelos condutores é determinado pela forma como eles avaliam o custo-benefício (vantagens e desvantagens) de um comportamento diferente (caixa 1). E aí haverá grandes diferenças individuais. Alguns toleram risco zero, outros estão mais dispostos a expor-se a situações arriscadas. A amplitude do risco experimentalado pelo usuário depende tanto do número real de acidentes quanto da sua habilidade em perceber os perigos no trânsito (habilidades perceptuais, caixa 4). A adaptação comportamental é influenciada pelas habilidades cognitivas (caixa 2) e de direção (caixa 3) do condutor.

No modelo pode-se ver comportamento desejado (caixa d), número real de acidentes (caixa e) e risco experimentalado (caixa b) ligados por um círculo. Se os condutores experimentam um risco que consideram reduzido, como, por exemplo, porque compraram pneus novos com pregos (para neve), eles poderão acelerar ou adequar o comportamento de acordo com seu nível de risco desejado. O nível de risco desejado (caixa a) é a única variável no modelo que está fora do círculo. Disto, Wilde deduz que o único que pode levar a uma redução permanente do número de acidentes é o desejo da diminuição do nível de risco ou, em outras palavras, que as pessoas queiram evitar acidentes. Em suma, Wilde alega que *“toda sociedade tem o índice de acidentes que seus habitantes almejam”*, nem mais nem menos.

O modelo de Wilde provocou um amplo debate internacional (ver, entre outros, Bjørnskau e Fosser,

1996; Fosser, Sagberg e Sætermo, 1996; Sagberg, Fosser e Sætermo, 1997). Não seria possível entrar em detalhes sobre esta discussão aqui. Os principais pontos de vista que a maioria dos cientistas partilha quando se trata da Teoria Homeostática de Risco de Wilde podem ser resumidos da seguinte forma:

- Não é possível refutar a teoria de Wilde. Se alguém achar que uma medida não reduz o número de acidentes, Wilde dirá que isso está de acordo com sua teoria, pois as pessoas adaptam seu comportamento a um menor nível de risco para que o índice de acidentes continue como antes. Se, no entanto, achar que o índice baixou, Wilde argumentará que isso pode ser explicado pelo desejo de um risco reduzido. Não há, portanto, resultado que leve à rejeição da teoria. Ela pode explicar da mesma forma qualquer resultado e, ao mesmo tempo, não ter nenhum valor essencialmente explicativo. Não se pode prever a adaptação comportamental dos usuários da via.
- Pode-se optar por entender a teoria de Wilde como uma afirmação de que nenhuma medida funciona. Nesse caso, a teoria está errada. Há muitos exemplos de medidas de segurança viária que reduziram o número de acidentes e/ou os respectivos graus de lesões.
- Wilde não diz como o “nível desejado de risco” deve ser medido e como pode ser mais bem influenciado. Assim, este é um registro indefinido, em que pode ser colocada qualquer coisa que se não consegue calcular ou medir.

A maioria, no entanto, concorda que Wilde apontou fatores significativos e que nem todas as medidas de segurança viária funcionam como seria de se esperar. Não há dúvida de que a força do desejo das pessoas para evitar acidentes é de grande importância, tanto para o seu comportamento no trânsito quanto para as oportunidades que o governo tem de implementar medidas que reduzam

o número de acidentes. Quanto mais forte for o desejo da população de evitar acidentes, mais fácil será implementar medidas mais poderosas. Na teoria de Wilde, no entanto, a força do desejo de evitar acidentes (nível desejado de risco, caixa a, figura 4.2) não é afetada pelo número real de acidentes e sua evolução ao longo do tempo. E esta, na prática, não é uma suposição razoável. Na realidade, o interesse da segurança viária aumenta quando o número de acidentes e, especialmente, de mortes, aumenta. Quando os índices diminuem, o interesse em segurança viária também diminui.

Teoria sobre a adaptação comportamental e suas condições necessárias. A tentativa de Wilde de formular uma teoria geral que explicasse os acidentes não foi bem sucedida. Uma teoria ainda mais limitada é a teoria da adaptação comportamental ou compensação de risco. Esta teoria assume que os condutores adaptam seu comportamento aos fatores de risco e às medidas de segurança implementadas em maior ou menor grau, mas não necessariamente de forma a lhes compensar de forma completa; portanto, há, sim, algum efeito sobre as taxas de acidentes, conforme Wilde afirma. A lógica desta teoria é mostrada na figura 4.3.

Acredita-se que medidas de segurança viária influenciem acidentes por afetar um ou mais fatores de risco que aumentam os índices ou agravam o grau de lesão (aos quais a medida é direcionada). Além desses fatores, elas podem ter efeitos indesejados em um ou alguns outros fatores de risco que afetam os acidentes ou grau de lesão. Se esses fatores são influenciados em uma direção desfavorável, isso pode compensar completamente ou de forma parcial os efeitos benéficos aos quais elas se destinam. Também há mudanças compensatórias em outros fatores de risco que não somente aqueles em que a medida se destina a atuar: são a chamada compensação de risco. O esquema conceitual que fundamenta a figura 4.3 foi desenvolvido por Evans (1985, 1991).

Concretizemos o esquema com um exemplo. A iluminação viária é projetada para atuar em acidentes por tornar mais fácil perceber os outros usuários e objetos no escuro. A *distância detectável no escuro* é um fator de risco sobre o qual iluminação intenciona atuar. O impacto que a iluminação das vias teria sobre acidentes se apenas atuasse sobre a detecção da distância e não houvesse mudança no comportamento dos condutores chama-se *efeito de medida de engenharia*. O efeito de engenharia é o pico mais alto na figura 4.3. Suponha que a boa iluminação viária também leve os condutores a dirigir mais rápido e reduzir a atenção. Essas mudanças de comportamento não são intencionais e podem fazer com que a iluminação tenha um efeito menor sobre os acidentes do que teria se fosse recebida de outra forma. As alterações comportamentais podem ser chamadas de *efeitos comportamentais* da medida e passam pelo pico inferior na figura 4.3. O *efeito líquido* de uma medida é determinado por ambos os efeitos, de engenharia e comportamentais, e pela direção e força desses efeitos.

A pesquisa sobre a adaptação comportamental no trânsito tem como objetivo, em grande parte, elucidar por que ela ocorre algumas vezes e em outras, não, e também descrever melhores formas de adaptação comportamental. Uma forma de adaptação de comportamento considerada importante, mas muito difícil de estudar, é a mudança na atenção dos condutores. Baixo nível de atenção não necessariamente aparece de uma forma facilmente observável, porque ele não leva necessariamente à alteração na velocidade, por exemplo.

Em um programa estratégico institucional, o Instituto de Economia do Transporte investigou condições e formas de adaptação comportamental no trânsito. Nesta pesquisa foi investigada a adaptação do comportamento dos condutores para a iluminação da via, freios ABS (freios antitravamento) e airbags. Além disso, discutiu-se sobre as condições para a adaptação comportamental de modo mais

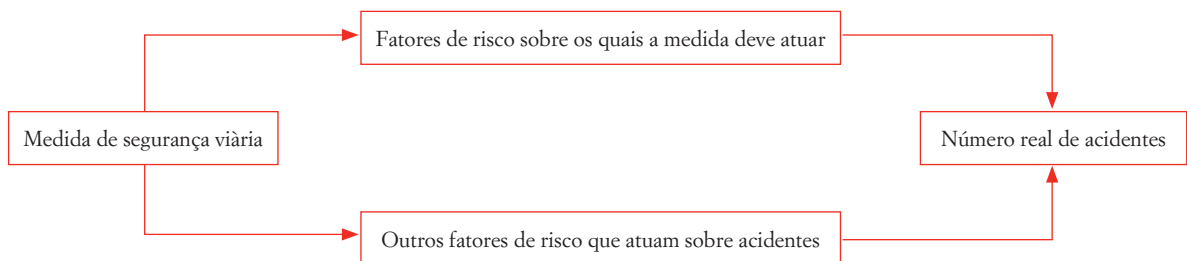


Figura 4.3: Lógica da teoria da adaptação comportamental (compensação de risco).

geral. Acredita-se que as condições para que a adaptação comportamental ocorra sejam, entre outras: (Bjørnskau, 1994b; Elvik, 2004):

- *Visibilidade da medida*: Medidas que conduzam a melhorias visíveis, que os condutores consideram efetivas, são mais propensas a adaptação comportamental do que as medidas que não levam a melhorias visíveis. Exemplo: Marcações na via são consideradas mais propensas a adaptação comportamental do que disco flexível da coluna de direção.
- *Se a medida reduz acidentes ou lesões*: Medidas que reduzem o risco de acidentes são mais propensas a adaptação comportamental do que as que reduzem o grau de lesões. Exemplo: O uso de freios ABS parece ser mais propenso a adaptação comportamental do que o de airbags.
- *Se os condutores já compensaram de antemão os fatores de risco a que a medida se destina ou não*: Se os condutores já alteraram o comportamento em relação ao risco que a medida visa diminuir, ela será mais vulnerável à compensação de risco do que se essa adaptação não tivesse ocorrido: Exemplo: A inspeção periódica dos veículos leves é assumida como sendo mais propensa a adaptação comportamental do que a iluminação da via, porque os condutores parecem compensar erros técnicos e falhas, de modo que os acidentes não aumentem, mas não se pode adaptar o comportamento em relação ao escuro, de tal maneira que o aumento do risco no escuro não exista.
- *Tamanho do efeito de engenharia*: Quanto maior o efeito de engenharia, mais provável a adaptação comportamental. Exemplo: É mais provável que a melhoria dos faróis dos veículos (faróis de iluminação dianteira para uso noturno) leve à adaptação comportamental na direção no escuro do que à adaptação à luz do dia.
- *A capacidade de alcançar maiores benefícios*: Uma medida só pode ser submetida à adaptação comportamental se os usuários da via a perceberem como útil ou agradável. Exemplo: É difícil imaginar uma adaptação comportamental em relação às barreiras entre o cruzamento rodoviário e ferroviário, que beneficiam o usuário. Caso queiram ultrapassar as barreiras, dirigir em ziguezagues entre elas é muito perigoso e pode também danificar o veículo. A maioria dificilmente experimentaria este fato como algo útil ou agradável. Deixar de lado a atenção, retardando a reação, tampouco é vantajoso, uma vez que só leva à necessidade de uma desconfortável freada brusca para parar na barreira.

No programa de pesquisa do TØI, parte desses pressupostos foram estudados. Descobriu-se, entre outros, que os usuários da via adaptam seu comportamento à iluminação, acelerando a velocidade e reduzindo a atenção (Bjørnskau e Fosser, 1996). Ademais, verificou-se que, além de o comportamento não ser afetado pela presença de airbags, os condutores de veículos com freios ABS mantêm-se mais próximos do veículo à frente do que os de veículos sem freios ABS (Fosser, Sagberg e Sætermo, 1996).

A adaptação comportamental pode explicar a falta de efeito de algumas medidas de segurança viária sobre acidentes? Entre as medidas de segurança viária descritas neste livro estão as medidas que, segundo as pesquisas, reduzem o número de acidentes e as medidas que não reduzem. Para o último grupo de medidas tem-se, por exemplo, passarelas e cicloviárias, reasfaltamento regular de uma via, colocação de pavimento refletor e formação básica de condutores. A adaptação comportamental entre os condutores pode explicar porque essas e outras medidas não levam à diminuição dos acidentes?

Na maioria dos casos a resposta a esta pergunta é “sim”, mas, em muitos casos, com algumas reservas. No entanto, a adaptação comportamental costuma ser inadequadamente documentada. Um dos poucos exemplos de pesquisa que encontrou claramente que a adaptação comportamental havia ocorrido foi o levantamento de Amundsen (1983) sobre pavimentos refletores. Essa pavimentação levou a um aumento da velocidade, especialmente no escuro. Infelizmente esse tipo de documentação é raro.

A adaptação não faz necessariamente que uma medida perca todo o seu efeito sobre os acidentes. A iluminação da via, por exemplo, reduz o número de acidentes com vítimas no escuro em aproximadamente 20%. Esse é um grande efeito. Talvez, por isso, acredita-se que esta medida seja propensa a alterações no comportamento dos usuários. E ela é. A figura 4.4 mostra os resultados da pesquisa do TØI de adaptação da velocidade do condutor em um trecho da via onde foi introduzida uma nova iluminação.

Os resultados mostram que a velocidade aumentou, especialmente nas retas, mas não à luz do dia. Caso se utilize o desenvolvimento da velocidade entre os períodos pré- e pós- medida à luz do dia como um grupo de controle, o aumento líquido da velocidade no escuro é calculada em aproximadamente 3% em curvas e retas. Esse aumento de velocidade isolada-

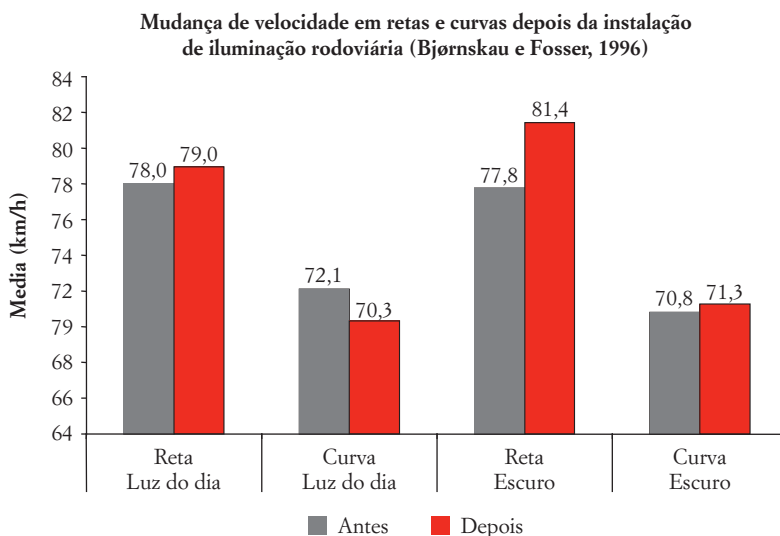


Figura 4.4: Alteração da velocidade média com a colocação de iluminação rodoviária (Bjørnskau e Fosser, 1996).

mente aumentará o número de acidentes com vítimas em cerca de 6%. A pesquisa também mostrou que os condutores eram menos conscientes da via iluminada do que em via sem iluminação.

Ainda assim, é raro ser possível calcular o significado da adaptação comportamental para o efeito de uma medida na acidentes. Em primeiro lugar, o efeito de engenharia de muitas medidas é desconhecido ou impossível de ser calculado. Em segundo lugar, a ocorrência de adaptação comportamental em muitos casos é pouco documentada. Em terceiro lugar, quando se trata da iluminação da via, não se sabe qual forma de adaptação comportamental tem o maior impacto. Trata-se de aumento de velocidade ou diminuição da atenção? A única coisa que se pode quantificar é, na melhor das hipóteses, o impacto global de todas as formas de adaptação de comportamento, e não a contribuição individual de cada uma delas.

4.4 A SEGURANÇA E INSEGURANÇA DO USUÁRIO: UM PROBLEMA COM MUITAS FACES

O que é segurança? Com segurança quer-se dizer o sentimento de confiança das pessoas, ou seja, como elas subjetivamente experimentam o risco de acidente no trânsito. Quão alto as pessoas acreditam ser o risco de acidente? E qual é o desconforto que sentem ao percebê-lo? A resposta a estas duas perguntas é a expressão de segurança de determinada população.

A maioria das pessoas constroem suas percepções de risco sob uma série de fatores de risco (Brown, 1991, 1995). Enquanto os profissionais consideram um risco como alto ou baixo de maneira puramente estatística, o cidadão normal também encontra para o risco outros aspectos em suas avaliações. Entre estes estão exposição fortuita ao risco, grau de controle pessoal sobre ele, potencial catastrófico em um acidente e quão conhecido e costumeiro ele. A maioria das pessoas considera risco de acidentes como algo parcialmente voluntário e com uma probabilidade relativamente alta de ser fatal.

Insegurança no trânsito na Noruega. Qual é a segurança da população norueguesa? Sabemos muito pouco sobre isso, e a maioria das pesquisas disponíveis são bem antigas. Schioldborg (1979) lançou uma pergunta a um grupo de condutores e pedestres sobre como eles experimentavam o trânsito atual. A característica “perigoso” foi mencionada por 13% dos condutores, por 19% dos pedestres que tinham carteira de habilitação e por 24% dos pedestres sem carteira de habilitação.

Quando se comparam os riscos experimentados em diferentes meios de transporte, comumente encontra-se que o transporte público é percebido como mais seguro que o transporte particular (Amundsen e Bjørnskau, 2003). Outras pesquisas norueguesas de 2000 e 2003 (Bjørnskau, 2004) também constataram que transportes públicos são geralmente percebidos como mais seguros que o particular. Entre os transportes particulares, o automóvel é considerado como mais seguro e a motocicleta, como o me-

nos seguro. Andar de bicicleta está na média, sendo considerado como um pouco mais seguro que andar a pé. Os resultados não mostram alterações significativas para os anos de 2000 a 2003, com exceção do trem, que em 2003 foi percebido como mais seguro que nos anos anteriores. Isso provavelmente se deve ao fato de que a pesquisa de 2000 foi realizada em virtude de dois grandes acidentes de trem que foram muito discutidos na mídia.

Embora o risco real seja muitas vezes subestimado ou superestimado, em uma série de estudos de diferentes países foram encontradas relações estatisticamente confiáveis entre risco subjetivo e objetivo em diferentes meios de transporte (Elvik e Bjørnskau, 2005). A relação entre os locais considerados particularmente perigosos e os índices reais de acidentes desses lugares foram estudados em duas pesquisas norueguesas (Hvoslef, 1980; Vaa, 1991) e uma sueca (Johansson e Naeslund, 1986). Em todas as três, praticamente nenhuma relação foi encontrada, e os coeficientes de correlação se situam entre -0,04 e 0,11.

Um aspecto importante da insegurança no trânsito é a insegurança por terceiros. Køltzow (1986) lançou o conceito de “cuidado ansioso” para descrever a ansiedade que muitos pais sentem por seus filhos quando eles estão brincando perto de vias com tráfego. Cuidado ansioso é termo que também capta o sentimento de impotência que muitos pais sentem sobre o trânsito: eles sentem que não podem fazer muita coisa para melhorar a segurança dos filhos além de limitar-lhes a liberdade de brincar na rua. Por outro lado, um estudo recente da Noruega (Fyhri, 2002) constatou que, embora mais da metade de todos os pais de crianças em idade escolar sejam pouco ou muito preocupados que o seu filho seja exposto a um acidente de trânsito no percurso para a escola, o medo de acidentes não está entre os principais fatores que façam com que eles levem seus filhos para a escola ou não.

A insegurança no trânsito deve ser considerada um problema que restringe o desenvolvimento de vida ou leva as pessoas a cancelarem viagens importantes ou, por exemplo, faça com que não permitam que seus filhos brinquem sem acompanhamento ou vão até a loja para fazer compras. Segundo Sælensminde (2004), as desvantagens que surgem para a sociedade por conta do tráfego motorizado, como deixar de andar a pé ou de bicicleta, são iguais à poluição do ar e pelo menos duas vezes maior que as desvantagens em termos de ruído.

Por outro lado, a falsa segurança no trânsito também é um problema. Se as pessoas subestimam os perigos no trânsito e são descuidadas, isso levará a acidentes. Percepções erradas de risco em diferentes locais também são um problema. Os acidentes não são necessariamente mais frequentes onde as pessoas pensam que é perigoso transitar.

Falsa segurança e insegurança bem fundamentadas podem, em alguns casos, ser associadas entre si. A percepção equivocada dos condutores de que conduzir em áreas residenciais envolve baixo risco (falsa segurança), pode ser uma razão pela qual eles acabam dirigindo tão descuidadosamente, o que deixa os pais inseguros por seus filhos.

“Busca de emoção” e risco no trânsito. A tolerância ao risco varia enormemente entre as pessoas. Os extremos são formados talvez por pais que se preocupam com a segurança dos filhos de um lado e, do outro, por jovens de boa aparência que buscam emoção com ações ousadas. A pergunta “Os condutores que buscam emoção no trânsito contribuem para muitos acidentes?” foi discutida nos últimos anos. A expressão “busca de emoção” (*sensation seeking*) foi lançada por Zuckerman (1979, 1991). Caçadores de emoção são pessoas que têm uma necessidade particularmente forte de experimentar emoções e sentir prazer por ter o controle em situações extremas e perigosas. Eles procurarão, portanto, situações perigosas, ou as criarão para forçar seu desempenho ao limite nessas situações. Zuckerman desenvolveu vários testes que podem ser usados para identificar possíveis candidatos a caçadores de emoção.

De acordo com o estudo bibliográfico realizado por Vaa et al. (2002), alta velocidade, frequente transgressão do limite de velocidade, e várias outras formas de comportamento de risco relacionado ao trânsito são fatores que caracterizam condutores no teste de “busca de emoção”. Jonah (1996) concluiu o exame de 31 estudos sobre a relação entre busca de emoção e comportamento na direção. A grande maioria destes estudos mostram que os caçadores de emoção têm menos cuidado no trânsito que outros condutores. Entre as metas de cuidado no trânsito apresentadas nestes estudos estão velocidade, envolvimento com álcool e índice de infrações. Em uma pesquisa com 300 jovens, Moe e Jenssen (1990) encontraram que 15 a 20% deles, principalmente rapazes, podem ser considerados caçadores de emoção a partir dos resultados do teste de Zuckerman. Um teste prático de direção em uma pista mostrou, também, que os caçadores de emoção foram os mais

velozes e ousados. Ao mesmo tempo, este grupo tinha as melhores habilidades de direção (Moe e Jenssen, 1990). A proporção de acidentes atribuível aos caçadores de emoção não foi informada nestas investigações.

4.5 ACIDENTES E ÍNDICES DE RISCO COMO ALVO DE SEGURANÇA VIÁRIA

Diferentes definições de segurança viária. Como mencionado no capítulo 3, sobre acidentes e riscos no trânsito rodoviário, existem três maneiras de definir a segurança viária com base no número de acidentes ou lesões:

1. *Riscos à saúde da população no trânsito* (ver capítulo 3.8): Com “riscos à saúde da população no trânsito” quer-se dizer o número de pessoas feridas ou mortas por 100.000 habitantes ao ano. O risco para a saúde depende de quanto a população do país trafega e do risco por quilômetro durante a viagem. Um país onde os veículos motorizados são muito raros pode, conseqüentemente, ter um risco baixo para a saúde relacionado ao trânsito, embora o risco por veículo ou por quilômetro seja muito alto. É difícil tirar conclusões práticas de um risco elevado para a saúde no trânsito sem saber se ele é devido ao alto risco por veículo ou a um tráfego intenso entre a população. A avaliação dos riscos para a saúde provavelmente também depende de o quanto o trânsito contribui com óbitos em comparação com outras causas.
2. *Índice esperado de acidentes e lesões*: Com “número esperado de acidentes ou lesões” quer-se dizer o número médio de acidentes ou pessoas feridas por unidade de tempo a longo prazo por volume de tráfego e fatores de risco inalterados.
3. *Risco de lesão dos usuários da via por quilômetro viajado*: A segurança viária também pode ser definida pelo número de usuários feridos ou mortos por “passageiro-quilômetros” percorridos no trânsito.

Nenhuma destas três definições é necessariamente mais precisa que as outras. A definição escolhida para uso depende muito do problema sobre o qual se quer elucidar. Todas as três definições levantam alguns problemas de interpretação. Esta seção discute algumas destas questões.

Problemas de interpretação do número de acidentes. Se definirmos a segurança viária como taxa es-

perada de acidentes, é tentador usar o número de acidentes registrados como medida do número esperado de acidentes. Há dois problemas básicos em relação aos números de acidentes que fazem com que as taxas registradas em uma área específica e em um determinado período não sejam necessariamente uma boa comensuração para o número esperado de acidentes. Esses dois problemas são: relatórios deficientes (Capítulo 3) e variação aleatória no número de acidentes.

Ao se tentar explicar a variação no número de acidentes, é importante distinguir entre a variação aleatória e sistemática (Elvik, 1988B). “Variação sistemática” é a variação “real” de acidentes, ou variação do número esperado de acidentes. A “variação aleatória” é a variação do número de ocorrências registradas oficialmente em torno do número esperado. Estes conceitos são explicados mais detalhadamente abaixo. Em estudos de avaliação, muitas vezes é preferível utilizar a taxa esperada de acidentes do que a observada, utilizando o método empírico de Bayes, que também é explicado abaixo.

Número esperado de acidentes. O número esperado de acidentes (em uma rodovia ou cruzamento, por exemplo) por unidade de tempo é o número que seria de se esperar com base em características conhecidas do local. É a melhor estimativa de quantos acidentes acontecem, e não o número que é, na verdade, registrado em um determinado período.

O significado pode ser explicado por meio de um exemplo. A figura 4.5 mostra o número hipotético de acidentes em um cruzamento em um período de 8 anos. Os pontos pretos mostram o número de acidentes registrados por ano, e os pontos brancos mostram o número médio. No ano 1 é o número registrado no próprio ano. No ano 2, a média do ano 1 e 2. No ano 3, uma média de 1 ano, 2 e 3, etc. A figura mostra que o número registrado de acidentes não é necessariamente o mesmo que a média do número de acidentes. O número médio de acidentes é mais estável ao longo do tempo e torna-se cada vez menos influenciado pelo índice de um ano particular. O número médio de acidentes sobre um número (teoricamente) infinito de anos é o número esperado de acidentes no cruzamento. Isto aplica-se sob a condição de que ambas as características e o fluxo de tráfego do cruzamento sejam constantes ao longo do tempo.

O número esperado de acidentes não pode ser observado diretamente ou medido. Assim, ele deve ser,

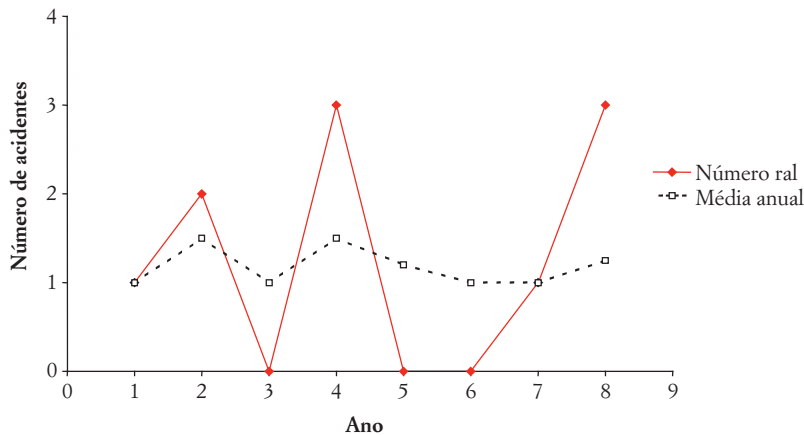


Figura 4.5: Número anual registrado e média anual (esperada) de acidentes em um cruzamento por oito anos.

nesse caso, observado no decorrer de longos períodos (teoricamente infinitos). Mas, então, tanto o volume de tráfego quanto as características da rodovia ou cruzamentos alteram-se, e o número esperado de acidentes, por conseguinte, não será constante. O número esperado de acidentes, portanto, deve ser estimado. O método mais comum é estudar a relação entre diferentes características da via e de acidentes para um grande número de vias utilizando modelos multivariados. Com base nesses modelos, quando se conhecem as características da via ou do cruzamento que está incluído no modelo multivariado, pode-se estimar o número de acidentes esperado para o local.

Varição aleatória e sistemática no número de acidentes. A variação é sistemática em números de acidentes quando alguns elementos (ex. cruzamentos, via, veículos, condutores) têm taxa de acidentes maior ou menor que a taxa esperada sobre outros elementos do mesmo tipo. A variação aleatória é a variação em índices registrados em volta do número esperado. Dois fatores contribuem para a variação sistemática no número de acidentes:

- o volume de tráfego, e
- fatores de risco, ou seja, fatores que afetam a probabilidade de um acidente em um determinado volume de tráfego.

Além disso, há o número de pessoas feridas ou mortas, dependendo do número de passageiros no veículo e outros fatores que afetam o número total de feridos ou mortos em um acidente.

Nem todas as mudanças no número de acidentes podem ser interpretadas como mudanças no núme-

ro esperado de acidentes. Se o número de mortes, por exemplo, diminuir de 280 para 250, isso está dentro da variação esperada e fora da variação puramente aleatória. Se o número de acidentes diminuir de 10.000 para 9.500, isto é mais do que pode ser esperado a partir da variação aleatória e, por isso, provavelmente é causado por fatores sistemáticos.

Quando o número de acidentes ou feridos diminui, é difícil distinguir entre a variação sistemática e aleatória, uma vez que a última é grande no que diz respeito ao número de acidentes e ferimentos. Isto pode ser ilustrado com um exemplo: o número esperado de acidentes em 100 cruzamentos é de 1,5 por ano, ou seja, todos os cruzamentos têm o mesmo número esperado de acidentes, e a variação das taxas de acidentes entre eles é mera coincidência. Uma medida é inserida para todos os cruzamentos e reduz o número esperado de acidentes em 33%, para 1 acidente por cruzamento ao ano. Um simples “antes e depois” do estudo (sem grupo-controle) vai encontrar os seguintes resultados: O número de acidentes diminui em 50 cruzamentos, permanece igual em 26 cruzamentos e aumenta em 24 cruzamentos. Vai parecer que a redução do número de acidentes foi maior no cruzamento onde havia mais acidentes no período “antes”. Em 20 cruzamentos que tinham 3 ou mais acidentes “antes”, o número total de acidentes teria sido reduzido em 75%, de 69 para 17. Este resultado é, no entanto, enganoso. A verdadeira redução do número de acidentes (esperado) é a mesma em todos os cruzamentos. A variação observada no impacto da medida é devido exclusivamente ao acaso. Se alguém acredita que a medida tem um impacto maior em alguns cruzamentos que em outros, está interpretando variações aleatórias como se fossem sistemáticas.

Modelos estatísticos de variação sistemática e aleatória no número de acidentes. A variação aleatória no número de acidentes geralmente tem uma distribuição Poisson. Variação e média são idênticas em uma distribuição Poisson, isto é, o desvio padrão é relativamente menor quanto maior for a média. Um intervalo de confiança de 95% para a variação aleatória de acidentes pode ser calculado multiplicando-se a raiz quadrada do número de acidentes por 1,96. O intervalo de confiança de 95% para uma taxa de acidentes esperado de 10 é:

$$10 \pm 1,96 * \sqrt{10} = 10 \pm 1,96 * 3,16 = 10 \pm 6,2$$

O limite inferior do intervalo de confiança é, assim, de 3,8, e o limite superior é de 16,2.

Os modelos estatísticos multivariados, geralmente Poisson ou regressão binomial negativa, costumam ter a seguinte forma:

$$\text{Número esperado de acidentes} = \alpha Q^{\beta} \exp^{-\Sigma kx}$$

Q é uma medida de exposição (volume de tráfego). Exemplo disso é uma função exponencial, ou seja, a base dos logaritmos naturais (E = 2,71828) elevada a uma soma de parâmetros, multiplicados pelos valores das variáveis previsoras (fatores de risco) no modelo. Para uma descrição mais detalhada dos modelos multivariados de acidente, ver Gaudry e Lassarre (2000).

Modelos do número esperado de acidentes em estudos de “antes e depois”, com o método Empírico Bayes (EB). Os resultados de estudos de “antes e depois” podem ser enganosos quando o estudo for baseado em números oficiais registrados de acidentes, especialmente quando o número de acidentes for pequeno e quando as medidas são implementadas em áreas com taxa particularmente elevada de acidentes no período pré-medida. Nesses casos, o número de acidentes registrados para o “depois” terá grande probabilidade de ser menor que o de “antes”, mesmo que a medida não tenha nenhum efeito. Este efeito é denominado “regressão”. Os efeitos de regressão podem ser controlados estatisticamente pelo uso do número esperado de acidentes no “antes”, ao invés do registrado. Uma vez que o número esperado de acidentes não é conhecido, ele deve ser estimado. Com o método EB estima-se o número esperado de acidentes para um elemento de trânsito (rodovias e cruzamentos, por exemplo) como segue:

1. Calcula-se quantos acidentes são esperados de um elemento com as mesmas características que o elemento presente, com base em um modelo de acidentes multivariado, desenvolvido para um grande número de elementos do mesmo tipo e com variadas propriedades. A incerteza também é calculada.
2. Calculam-se quantos acidentes podem ser esperados para o elemento, com base no número de acidentes esperados (calculado na etapa anterior) e no número real de acidentes. O número real de acidentes é incluído no cálculo, tendo em conta que ele pode ser afetado por certos fatores de risco que não estão incluídos no cálculo de acidentes esperados. Um peso estatístico é calculado para o número de acidentes esperados, que expressa a incerteza nessa estimativa e que fica entre 0 e 1. O número de acidentes esperados no elemento presente é calculado da seguinte forma: Número esperado de acidentes para o elemento presente = Número esperado de acidentes * peso estatístico + número real de acidentes (1 - peso estatístico).
3. O índice real de acidentes do período “depois” é comparado com o índice de acidentes esperados no elemento presente, que foi estimado no período “antes”.

Uma descrição mais detalhada do método de EB, seu fundamento estatístico e oportunidades de uso podem ser encontrados em Hauer (1997).

O risco de lesões pessoais por quilômetro no trânsito. Tradicionalmente, diferentes unidades de medida de risco são definidas com base na execução de trânsito (veículo-quilômetro) ou do meio de transporte (passageiro-quilômetro ou tonelada-quilômetro) e elas são consideradas as melhores definições de segurança viária.

$$\text{Risco de acidente} = \frac{\text{Número de acidentes}}{\text{Volume de Tráfego}}$$

Assumiu-se que o efeito da exposição sobre o número de acidentes pode ser removido (controlado) por meio do cálculo de risco por quilômetro percorrido ou por passageiro-quilômetro. Esta hipótese não está correta (Hauer, 1995). A maioria das medidas definidas por veículo-quilômetro ou passageiro-quilômetro têm um sentido não linear, isto é, a hipótese de que o número de acidentes é independente da quilometragem ou quantidade de viagens não é válida. A figura 4.6 mostra um exemplo muito visível disto (Forsyth et al., 1995).

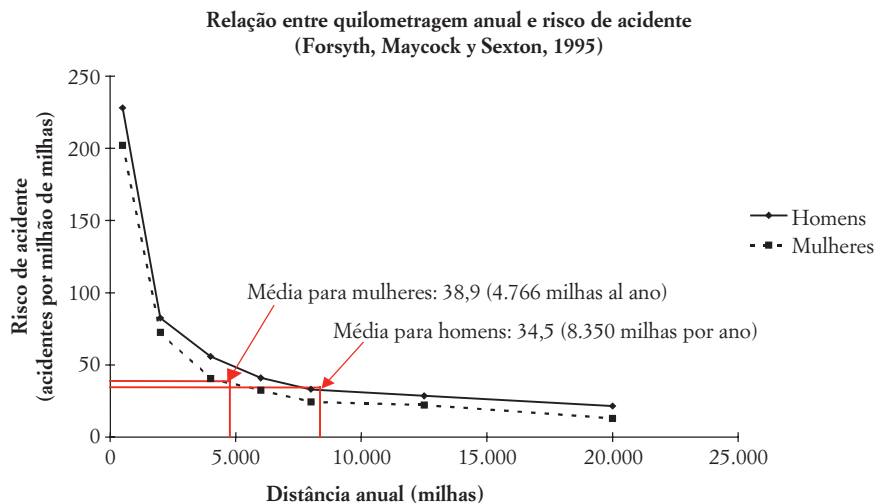


Figura 4.6: A relação entre a quilometragem anual e risco de acidente para homens e mulheres (Forsyth, Maycock e Sexton, 1995).

Se o risco fosse independente da quilometragem, ambas as curvas da figura 4.6 seriam horizontais e seguiriam a média de risco para mulheres e homens. As duas curvas de risco estão longe de serem horizontais. Elas mostram que o risco por quilômetro percorrido diminui muito quando aumenta o número referente à quilometragem. Isso se aplica a homens e mulheres. Para distâncias maiores, as mulheres têm menor risco de acidente que os homens. A curva das mulheres fica, portanto, abaixo da curva dos homens na figura. No entanto, as mulheres têm uma média maior de risco de acidente por quilômetro percorrido do que os homens, isso porque elas, em média, têm uma quilometragem anual menor do que eles.

Neste caso, se somente a média de quilômetros percorridos e de riscos para mulheres e homens fosse conhecida, seria errôneo concluir que as mulheres têm maior risco que os homens. Isso mostra que armadilhas podem se esconder atrás dos valores médios de risco, principalmente para grupos em que o risco pode variar dentro dele mesmo. Também mostra que os números de risco podem ter em si informações com valores limitados, como a estimativa de segurança viária.

Por conseguinte, nem acidentes nem os riscos à saúde independentes são uma estimativa satisfatória da segurança viária. O mais abrangente sobre a segurança viária seria o número esperado de vítimas feridas. Quanto ao risco, o mais abrangente é o relativo à saúde. Essas comensurações para a segurança viária são, portanto, as melhores. Este assunto será explicado de maneira mais aprofundada na próxima seção.

4.6 PRINCÍPIOS PARA A MELHORIA DA SEGURANÇA VIÁRIA

O número de feridos no trânsito pode ser reduzido pela redução:

- do volume de tráfego;
- do risco de acidentes; e
- da probabilidade de lesão, uma vez que se está envolvido em um acidente.

A estimativa mais geral de segurança viária é o número esperado de pessoas feridas. Ela é mais geral porque é o resultado final de todos os elos da cadeia. O risco à saúde também é uma grandeza mais geral que o risco no trânsito, pois os de saúde também envolvem o tráfego veicular da população, ou seja, também são determinados por ele.

Grandes e pequenas intervenções. As diferentes maneiras de reduzir o número de pessoas feridas no trânsito envolvem diferentes graus de intervenção no sistema de trânsito e na liberdade da população. Menor intervenção envolve medidas simples de redução de lesões, que visam tornar as lesões menos prováveis ou menos graves em um determinado número de acidentes, com determinado potencial de lesão. Essas medidas podem ser puramente passivas, como a estipulação de pista preferencial e postes de iluminação, ou exigir uma ação específica do usuário, como usar capacete ou cinto de segurança.

Na próxima seção, encontraremos medidas de redução de acidentes que visam reduzir o número de acidentes em um determinado volume de tráfego.

go e em determinada composição de tráfego. Com “composição de tráfego” quer-se dizer a distribuição de diferentes transportes num mesmo ambiente de tráfego. As medidas de redução de acidentes também podem ser diferenciadas como “passivas” e “ativas”. As medidas passivas não exigem mudanças de comportamento ou ações por parte dos usuários. Um exemplo é a iluminação. A maioria das medidas de redução de acidentes exige mudanças de comportamento. Envolvem, por exemplo, regulamentação de sinalização, que exige atenção dos usuários, passarelas e ciclovias que devem ser utilizadas conhecendo-se e respeitando suas funções, limite de velocidade, etc.

Medidas que intervêm na liberdade de escolha das pessoas do meio de transporte e de ir e vir quanto e como querem normalmente serão percebidas como as mais restritivas. Até agora essas medidas pouco foram utilizadas para reduzir o número de vítimas no trânsito.

As medidas devem ser direcionadas a fatores de risco passíveis de alteração. O risco de acidentes pode ser reduzido por diferentes medidas destinadas a um ou mais fatores. Os fatores de risco podem estar relacionados a, entre outros, usuários, veículos e vias. Embora quase todos os acidentes possam ser considerados relacionados a falhas do condutor, não é necessariamente só o seu comportamento que devemos influenciar a fim de evitar acidentes.

Quais os fatores de risco passíveis de alteração e qual papel que os eles exercem no número de acidentes? Fridstrøm (1999) sugeriu que se dividissem os fatores que influenciam as taxas de acidentes em quatro grupos com relação à sua possibilidade de controle:

- *Fora das principais causas conhecidas:* Estas condições dificilmente podem ser controladas pelas autoridades norueguesas. Exemplos desses fatores são o clima, o preço do petróleo (no mercado mundial), as condições econômicas internacionais e as da população por sexo e idade.
- *Fatores sociais fora do setor de transportes:* São características gerais da sociedade norueguesa minimamente passíveis de serem influenciadas pelo governo. Exemplos incluem a receita disponível, o trabalho, as construções urbanísticas e o desenvolvimento econômico.
- *Fatores no setor de transportes que afetam o volume de tráfego:* Exemplos são a posse da carteira de habilitação, a dimensão e a composição da frota

de veículos, as normas de trânsito, os transportes públicos e os preços dos combustíveis. Esses fatores podem, até certo ponto, ser influenciados por medidas políticas de transportes.

- *Fatores que afetam o nível de risco em um determinado volume de tráfego:* Neste grupo encontramos a maioria dos fatores de risco que têm sido associados a acidentes, incluindo todos os fatores que são discutidos no Capítulo 3, entre muitos outros. Alguns desses fatores pode ser afetados por medidas de segurança viária, outros dificilmente podem ser alterados.

Em um estudo de fatores que afetam o número de acidentes nos países nórdicos (Fridstrøm et al., 1993, 1995) tentou-se quantificar que parte desses fatores contribuem para explicar a variação no número de acidentes com vítimas por mês em municípios noruegueses. Foram utilizadas informações sobre 18 municípios nos anos de 1973 a 1986. Os resultados mostram que o volume de tráfego é o principal fator que explica a variação das taxas de acidentes entre municípios e meses. O volume de tráfego, medido pelas vendas de combustível, explica por si só 67% da variação no número de acidentes. Aproximadamente 8% da variação do número de acidentes com vítimas entre municípios e meses é mera coincidência. O resto é explicado pelas condições climáticas e duração da luz do dia, município, mês e por uma tendência geral à diminuição de acidentes, mudanças nas regras de notificação de acidentes e fatores sistemáticos desconhecidos, que não estão incluídos entre os estudados.

Outro estudo norueguês com base no número de feridos no período de 1979 a 2003 (Elvik, 2005a), constatou que a maior proporção de variação no número de acidentes com lesões pessoais e mortes é explicada pela tendência. Outras variáveis no modelo foram o total de passageiro-quilômetros, porcentagem de pedestres e ciclistas, de tráfego pesado, de veículo-quilômetros dirigidos por jovens condutores, número de automóveis zero-quilômetro, porcentual de multas por milhão de veículo-quilômetros e número de veículo-quilômetros nas autoestradas. Estas variáveis explicam relativamente as pequenas proporções de variância.

Os resultados destas análises aparentemente não oferecem espaço para medidas de segurança viária e suas possíveis contribuições para explicar o desenvolvimento de ocorrências. Mas não se pode concluir que estas medidas de segurança viária não funcionaram nesse período. Medidas de trânsito

não foram incluídas nos modelos como variáveis previsoras, e uma pesquisa só pode dizer algo sobre o impacto dos fatores que foram incluídos no estudo, e não de outros.

Do conhecimento à ação. Este livro descreve medidas que podem ser utilizadas para reduzir o número de acidentes e de feridos no trânsito. Elas são, em vários aspectos, muito diferentes. Essas diferenças têm implicações na maneira como podem ou devem ser utilizadas. Portanto, raramente as consequências práticas, que devem ser elaboradas do conhecimento sobre os efeitos das medidas em termos do número de acidentes ou ferimentos, são óbvias. Isto pode ser ilustrado por alguns exemplos.

Exemplo 1: Regulamentação de vias de mão única.

O estabelecimento dessas vias é uma medida eficaz de redução de acidentes. Custa pouco e, portanto, no papel é uma medida muito rentável. Mas isso significa que a medida também tem um grande potencial de uso? Provavelmente não. A maioria das pessoas facilmente perceberá que não se pode regulamentar a mão única em um grande número de rodovias e vias, especialmente rodovias principais (como, por exemplo, uma rodovia interestadual). Essa medida pode ser utilizada apenas em vias relativamente curtas, onde as desvantagens de ter acesso apenas a partir de uma única direção não são tão grandes.

Em suma: Conhecer os impactos de uma medida sobre os acidentes, seus custos e rentabilidade não tem em si consequências práticas óbvias. Outros fatores, sobre os quais as pesquisas tampouco dizem algo consistente, devem ser submetidos à avaliação.

Exemplo 2: Redução do limite de velocidade em áreas rurais.

A análise de custo-benefício (Christensen, 1993) mostra que é economicamente rentável reduzir o limite de velocidade nas zonas rurais de 80 para 70 km/h. Na análise de custo-benefício incluíram-se efeitos tanto sobre acidentes, quanto acessibilidade e condições ambientais. No entanto, deve-se reduzir o limite de velocidade? Não necessariamente. Cálculos (Elvik, 1997C) mostram que um número significativamente maior de benefícios no trânsito pode ser alcançado pela intensificação das operações de controle de limite de velocidade do que pela redução da velocidade em si.

Em suma: Não se pode assumir que uma determinada medida deva ser implementada sem que se tenha pensado se existem ou não outras e melhores medi-

das. Mesmo que uma medida seja isoladamente rentável, outras podem ser ainda mais rentáveis. Além disso, a rentabilidade de uma determinada medida muitas vezes depende de que outras medidas tenham sido implementadas previamente.

Exemplo 3: Passarelas e cicloviárias: De acordo com pesquisas que realizamos, não se pode afirmar que passarelas para pedestres e cicloviárias reduzam o número de acidentes com vítimas. Será que isso significa que essas construções sejam um desperdício e deva ser dispensada? Não, de jeito nenhum. Em primeiro lugar, a medida pode ter efeitos benéficos sobre outros fatores, entre eles o volume de tráfego de pedestres e ciclistas, acessibilidade, segurança e necessidade de transporte escolar. É preciso conhecer algo sobre os efeitos destes fatores antes que se tirem conclusões práticas sobre estas construções. Em segundo lugar, o impacto de passarelas e cicloviárias em acidentes provavelmente torna-se mais favorável caso, num sentido mais amplo, o padrão da medida seja elevado (melhor design, melhor manutenção, etc.).

A “moral” é, mais uma vez, que a presença ou ausência de efeitos de uma medida deve *ser colocada em um contexto mais amplo antes que se tirem algumas conclusões práticas.*

Alguns, com base nestes exemplos, talvez perguntem: “Sim, é certo que tenhamos que colocar qualquer medida em um contexto mais amplo antes de decidirmos se devemos utilizá-la e como. Mas em qual contexto devemos colocá-la? A pesquisa pode fornecer orientações sobre este assunto?”. Não, uma pesquisa não pode dar qualquer receita sobre qual política de segurança viária deve-se seguir, ou seja, em qual ação apostar e quanto apostar nela.

Mas alguns podem argumentar: “Não seria a análise de custo-benefício exatamente uma receita sobre qual política se deve seguir?”. Não, ela não é nenhuma receita, mas fornece informações que são relevantes para os responsáveis pela concepção, adoção e implementação da política de segurança viária. A relação custo-benefício fornece principalmente informações sobre quais medidas são mais ou menos eficazes, a partir de certos critérios econômicos. Mas estes critérios econômicos não são necessariamente completos a ponto de poder tomar uma decisão baseada somente neles. Muitas vezes, outras considerações que não puramente econômicas também devem ser enfatizadas. Estas questões serão discutidas no Capítulo 6.

Qualidade dos estudos sobre os efeitos das medidas de segurança viária relacionados a acidentes

5.1 O QUE QUEREMOS SABER?

O principal objetivo de uma pesquisa sobre os efeitos de uma série de medidas de segurança viária sobre o número de acidentes e feridos é encontrar uma resposta para a seguinte pergunta: A medida leva a um menor número esperado de acidentes (incluindo menor risco) e/ou lesões ou gravidade?

O objetivo é demonstrar uma relação de causalidade entre a introdução da medida e as alterações no número esperado de acidentes, feridos ou a extensão dos danos dos acidentes. Além disto, geralmente queremos saber as dimensões de seu efeito e qual a expectativa de variação esperada, sob diferentes condições, nesse resultado.

Para dizer se a medida funciona, devemos mostrar que ela é a causa, ou pelo menos uma das razões, das alterações no número de acidentes ou extensão dos danos apresentados onde ela foi introduzida. Isto significa que a pesquisa sobre os efeitos das medidas de segurança viária devem, idealmente, cumprir uma série de requisitos metodológicos. Este capítulo resume brevemente tais requisitos, com base na literatura sobre metodologia (Campbell e Stanley, 1966; Weiss, 1972; Amundsen e Christensen, 1973; Tarrant e Veigel, 1977; Cook e Campbell, 1979; Jorgensen, 1981; OECD, 1981; Rossi e Freeman, 1985; Hennekens e Buring, 1987; Elwood, 1988; Elvik, 1988A; Elvik et al, 1989; Hunter e Schmidt, 1990; Mohr, 1992; Cooper e Hedges, 1994; Hauer, 1997). São, também, mostrados alguns exemplos da relevância de diferentes efeitos e de deficiências que dados e métodos podem apresentar nos resultados de uma pesquisa.

5.2 REQUISITOS METODOLÓGICOS E A BASE PARA INFERÊNCIAS CAUSAIS

Para fornecer uma base para inferências causais, uma pesquisa deve fornecer resultados válidos. Entendem-se como resultados válidos os resultados que nos dão boas razões para acreditarmos que

mostram o verdadeiro impacto de uma medida. Podemos distinguir entre quatro tipos de validade:

1. *Validade estatística*: Precisão, infalibilidade e representatividade dos resultados.
2. *Validade teórica*: Conformidade entre o objeto que a pesquisa intenciona verificar e o que realmente é verificado.
3. *Validade interna*: Durabilidade de inferências sobre a relação causal entre um fator e seu impacto.
4. *Validade externa*: Generalidade dos resultados.

5.2.1 Validade estatística

Validade estatística é o grau de precisão numérica, infalibilidade e representatividade dos resultados de uma pesquisa. Um resultado é estatisticamente válido se não apresenta erros aleatórios ou sistemáticos nos dados e se é representativo de uma população conhecida de indivíduos (ou unidades). Os seguintes fatores contribuem para a validade estatística:

Tamanho da amostra: Nos estudos de segurança viária, as unidades de medida são geralmente os acidentes. Quanto mais acidentes incluídos num estudo, menor será a incerteza estatística nos resultados. A fim de avaliar a incerteza estatística nos resultados, o número de acidentes incluídos na pesquisa deve ser indicado. Alternativamente, o desvio padrão do efeito desejado pode ser estabelecido, ou deve-se fornecer a informação que faça com que seja possível calculá-lo.

O **erro sistemático de medição** contribui para a variação sistemática nos resultados, mas esta variação não pode ser atribuída à medida que é examinada. A presença de relatórios incompletos é um erro sistemático de medição em todos os estudos baseados em registros de acidentes e não se pode assumir que a pesquisa esteja completa. Erros sistemáticos de medição podem levar a uma superestimação sistemática (ou subestimação) do impacto das medidas.

Método de seleção: Idealmente, a medida deve ser escolhida de forma estatisticamente aleatória a partir

de uma população conhecida. Uma amostra aleatória é muitas vezes impossível, uma vez que decidiu-se anteriormente quais medidas devem ser inseridas, ou por quais unidades as informações relevantes estão disponíveis.

5.2.2 Validade teórica

Validade teórica, ou simplesmente a validade, é o grau de correlação entre o que a pesquisa toma como objeto e o que é realmente medido. Um resultado é teoricamente válido caso se baseie numa correlação clara entre a definição de um conceito teórico e uma unidade de medida e possa ser explicado pela teoria que sustenta o resultado. Critérios de validade teórica são os seguintes:

Conceitos e variáveis relevantes: Não são especificados quais são os conceitos e variáveis relevantes, nem como eles são medidos. Variáveis relevantes podem ser independentes, dependentes, intermediárias (ou intervenientes), moderadoras ou perturbadoras (figura 5.1). A variável independente é geralmente uma medida de segurança viária, e a variável dependente, um efeito de medida de segurança, como, por exemplo, o número de acidentes ou de pessoas feridas ou mortas. Uma variável intermediária é aquela que é afetada pela independente e que, por sua vez, afeta a dependente. A variável moderadora é uma variável que afeta a relação entre a variável dependente e a independente, isto é, a relação é diferente entre diferentes níveis ou grupos da variável moderadora. As variáveis perturbadoras são aquelas que estão relacionadas às independentes e às dependentes, e a conexão entre uma variável perturbadora e a dependente pode ser confundida com um efeito da variável independente. Uma moderadora que não é controlada na pesquisa também pode atuar como variável perturbadora.

Hipóteses sobre a relação entre as variáveis são formuladas com base em um contexto teórico. Além disso, são formuladas as principais hipóteses alter-

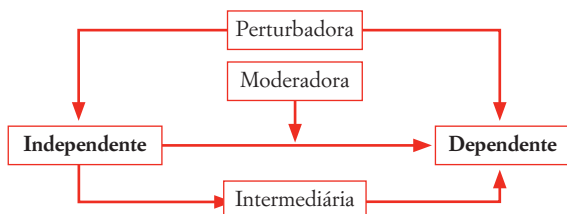


Figura 5.1: As relações entre os diferentes tipos de variáveis.

nativas, que podem explicar os resultados que não sustentam as hipóteses.

Hipóteses sobre o mecanismo de ação: Os mecanismos são fatores que podem explicar o impacto da variável independente sobre a dependente. Quando se tem uma hipótese sobre quais efeitos de uma medida explicam sua ação sobre os acidentes e então esses efeitos são constatados, isso aumenta a validade teórica. Os mecanismos de ação podem ser fatores específicos de risco de acidente (ex. velocidade ou embriaguez), de exposição ou fatores de risco de lesão. Com base nos mecanismos de ação presumidos, geralmente também podem ser formuladas as hipóteses dos tipos de acidentes ou lesões sobre os quais a medida atua efetivamente (e sobre os quais ela não surte efeito, o que pode ser relevante para a escolha do grupo-controle).

Infelizmente a maioria dos estudos de trânsito não é construída baseada em um contexto teórico explícito. Um problema dos estudos que não possuem uma base teórica é que muitas vezes podem-se encontrar “explicações” sobre a grande maioria dos resultados, por isso não é possível confirmar nem refutar hipóteses de como uma medida funciona.

5.2.3 Validade externa

A validade externa denota a possibilidade de se generalizarem os resultados de uma pesquisa para outras populações e em outros contextos que não somente aqueles da pesquisa realizada. A validade externa pode ser mais bem avaliada comparando-se os resultados de diferentes estudos sobre as mesmas medidas. Os resultados têm alta validade externa se eles são estáveis no tempo e no espaço e por diferentes métodos de pesquisa (Elvik, 2012). Quaisquer diferenças de resultados entre os estudos devem ser explicadas pelas características conhecidas dos métodos, dos países ou das condições no momento em que a pesquisa foi realizada. A validade externa pode, até certo ponto, compensar deficiências do contexto teórico.

A validade externa dos resultados dos estudos sobre os efeitos das medidas de segurança viária é reduzida quando há efeitos que são específicos para o contexto em que uma pesquisa é realizada. O fato de os efeitos de uma medida serem específicos para o contexto em análise não é uma deficiência metodológica de pesquisa. É, antes, uma característica de realidade. Não obstante, essa dependência de contexto torna mais difícil generalizar os resultados de uma pesquisa.

5.2.4 Validade interna

A validade interna é a durabilidade das condições com a quais se podem tirar conclusões sobre a relação de causalidade entre um suposto fator causal e seu suposto efeito. Com base em condições teóricas epidemiológicas, as inferências causais podem ser especificadas da seguinte maneira (Elvik, 2008): as indicações de que A tenha uma relação causal com B são as seguintes:

Relação estatística entre medida e efeito. Existe uma relação estatística entre medida e efeito, que é consistente entre os diferentes conjuntos de dados ou subgrupos, e que pode ser encontrada somente no público-alvo da medida. Efeitos diferentes encontrados em subgrupos diferentes podem ser explicados com base nas hipóteses formuladas de antemão. A validade interna é enfraquecida se uma relação estatística for inconsistente e não puder ser explicada com variáveis moderadoras (teoricamente justificadas).

Direção inequívoca da relação entre medida e efeito. Há razões teóricas e estatísticas para afirmar que a medida é a causadora do efeito, e não o inverso: A medida vem temporalmente antes do efeito e deve ser possível explicar como ela influencia o impacto.

Relação dose-efeito. Quando uma medida é inserida em diferentes intensidades, espera-se que também a intensidade do efeito varie (maior medida, maior o efeito).

Controle de variáveis de perturbação. A validade interna envolve validade estatística, teórica e externa. Um resultado se torna válido depois que todos esses critérios de base para inferências causais tenham sido cumpridos. O requisito que se assoma é o controle de variáveis perturbadoras. Entendem-se por variáveis perturbadoras todos os aspectos que estejam relacionados a ambos A e B, ou que tenham um efeito independente sobre B que possa ser confundido com o suposto efeito de A. Exemplos dessa variável acontecem quando outras medidas são introduzidas simultaneamente à medida observada e ao efeito generalizado sobre acidentes. A falta de controle sobre outras medidas de segurança viária e um efeito generalizado em acidentes podem levar a uma superestimação dos efeitos de uma medida em particular.

Pode-se conseguir o controle de variáveis perturbadoras de duas maneiras diferentes: pela concepção

de abordagem da pesquisa ou da análise. Uma possibilidade é a randomização, ou seja, que a pesquisa seja realizada como um experimento, em que os objetos de análise estejam distribuídos aleatoriamente entre um grupo experimental em que a medida é utilizada, e um grupo de controle, onde a medida não foi implementada. Randomização não requer conhecimento prévio de possíveis variáveis perturbadoras. Outra possibilidade é a combinação, ou seja, unidades de pesquisa com a medida são comparadas aos pares com unidades de pesquisa sem a medida. A unidade de cada par redundante deverá ser semelhante entre si o máximo possível, a partir de características especificadas. Se possível, a pesquisa pode se restringir a unidades em que as variáveis perturbadoras não se alterem ou se alterem somente dentro de uma escala conhecida e limitada de variação. Combinação e restrição exigem que o pesquisador possa identificar variáveis de controle com antecedência.

Pela análise de uma pesquisa, variáveis perturbadoras podem ser controladas pela estratificação, em que as unidades examinadas são agrupadas em subgrupos homogêneos no que diz respeito às variáveis perturbadoras, ou por meio de métodos de análise multivariada. Nas análises multivariadas, as variáveis perturbadoras são incluídas como variáveis independentes, em adição às variáveis de medida. Com isso, podem-se controlar estatisticamente essas variáveis, de modo que os resultados referentes às variáveis de medida mostrem, conforme se espera, a relação que essa variável tem com a de efeito, independentemente de uma ou mais variáveis perturbadoras. As análises multivariadas não são, no entanto, nenhuma garantia de validade interna.

Algumas fontes gerais de erro em pesquisas sobre os efeitos de medidas de segurança viária que reduzem a validade interna são as seguintes:

Efeito de regressão no número de acidentes: Redução da alta taxa aleatória de acidentes, aumento aleatório de taxas baixas. A falta de controle da regressão leva, na maioria dos casos, à superestimação de um efeito da medida nos acidentes. O controle da regressão está presente particularmente nos estudos de “antes-e-depois”, que estão relacionados às mudanças no número de acidentes ao longo do tempo.

Mesmo viés de seleção: Pessoas ou unidades que voluntariamente tenham escolhido usar uma medida muitas vezes se separam sistematicamente de pessoas ou unidades que optaram por não usar uma

medida. A falta de controle do viés de autosseleção quase sempre leva à superestimação de um efeito da medida nos acidentes ou no grau de lesão.

Migração de acidente: A introdução de uma medida em um local ou em um grupo significa que os acidentes são movidos ou transferidos para outros locais ou grupos. A falta de controle da migração de acidentes quase sempre significa superestimação de um efeito da medida. O efeito líquido de uma medida pode ser então, simplesmente, que os acidentes migram de um lugar para outro, mas que a taxa global de acidentes não baixou. A migração de acidentes tem sido relativamente muito pouco estudada, e explicações bem elaboradas sobre o fenômeno não estão disponíveis (Elvik, 1997A).

Efeitos do experimento: O fato de se realizar um experimento ou a medição de uma dimensão pode criar efeitos relacionados ao próprio experimento ou medição. Por exemplo: medições de velocidade podem levar à redução da velocidade média quando o poste com uma câmera com radar não está suficientemente bem escondido. Maior fiscalização policial pode levar a polícia a tomar conhecimento de mais acidentes (aumento do nível de relatórios).

Além dessas fontes gerais de erro, existem muitas outras possíveis em modelos multivariados (Elvik, 2008):

Endogeneidade: Quando uma medida é implementada onde ou quando o número de acidentes é particularmente elevado, há uma tendência em achar que há mais acidentes nesse local, embora o número seja menor com a medida do que antes dela. Um exemplo é o semáforo instalado em cruzamentos com alto índice de acidentes. Quando, em análises multivariadas, encontra-se que esse cruzamento com semáforo tem mais acidentes do que outros cruzamentos, este resultado não deve necessariamente ser interpretado como um impacto negativo de segurança por parte do semáforo (Shin e Washington, 2007).

Forma incorreta da variável independente ou do modelo de regressão: Quando, por exemplo, uma relação linear entre duas variáveis é calculada e o resultado for no formato de U, será encontrada apenas uma fraca relação estatística, ainda que as duas variáveis sejam perfeitamente correlacionadas. A força da correlação encontrada entre duas variáveis depende, pois, de suas transformações (linear ou logarítmica, por exemplo) e do modelo de formulário que se utiliza.

Colinearidade e variáveis omitidas: Os resultados dos modelos multivariados podem fornecer uma visão distorcida da relação entre duas variáveis em duas situações: quando houver muitas variáveis previsoras no modelo que são correlacionadas entre si, e quando variáveis perturbadoras relevantes forem omitidas. O problema é que nunca se pode ter certeza de que todas as variáveis perturbadoras relevantes – e somente aquelas relevantes – estão incluídas no modelo.

5.3 EXEMPLOS DA INFLUÊNCIA DE FONTES DE ERRO NAS PESQUISAS

Estudos sobre os efeitos das medidas de segurança viária em acidentes e lesões podem apresentar diferentes resultados, dependendo da qualidade que se obtém do controle das fontes de erro mencionadas acima. Nesta seção daremos alguns exemplos disso, com as fontes de erro mencionadas acima.

Exemplo 1: Erros sistemáticos nos dados de acidentes. Uma das medidas mais eficazes de redução de lesões pessoais que conhecemos é o uso do cinto de segurança. Os resultados de investigações do efeito do uso de cinto de segurança em acidentes com vítimas podem, contudo, ser muito influenciados pela confiabilidade das informações obtidas sobre o assunto, como os vários graus de lesões. Pessoas ilesas ou com ferimentos leves muitas vezes deixam o veículo antes que a polícia chegue à cena. Quando a polícia pergunta se os cintos de segurança estavam afivelados ou não, mesmo quem não os estivesse usando responderá que sim. Deste modo, a utilização dos cintos é sistematicamente relatada entre ilesos e feridos envolvidos em acidentes de trânsito.

Uma pesquisa que levou em conta esta fonte de erro foi conduzida por Dean, Reading e Nechodom (1995). A Tabela 5.1 mostra os resultados da pesquisa com e sem controle sobre o possível excesso de informação de uso de cinto em acidentes. Dean et al. (1995) estimaram uma suposta real utilização do cinto em acidentes, com base em informações e na suposição do seu uso real entre as vítimas fatais. É discutível o quão permanente os pressupostos deste cálculo são. Mas, independentemente do que se quer dizer com eles, não há dúvida de que eles apontam para um problema substancial, que poderia ter grande significado para o efeito estimado de redução de acidentes com lesões pessoais pelo uso (ou não) do cinto de segurança.

TABELA 5.1: EFEITO ESTIMADO DO USO DO CINTO DE SEGURANÇA SOBRE A PROBABILIDADE DE DIFERENTES LESÕES EM ACIDENTES DEPENDENTE DO CONTROLE DE SUPERESTIMAÇÃO DOS RELATÓRIOS (Dean et al., 1995).

Grau de lesão	Variação porcentual do número de lesões usando cinto de segurança	
	Uso declarado do cinto de segurança	Uso do cinto de segurança - Ajustado
Mortos	-85	-54
Ferimentos graves	-80	-49
Ferimentos leves	-52	-25
Todos os feridos	-55	-28

Exemplo 2: Controle de diferentes fontes de erro nas pesquisas sobre a melhoria de locais com alto índice de acidentes. A melhoria de locais com índice particularmente elevado de acidentes na rede viária tem sido tradicionalmente considerada como uma forma eficaz no combate aos acidentes. Elvik (1997A) mostrou, no entanto, que os resultados de pesquisas sobre a melhoria dos locais mais perigosos dependem fortemente do tipo de fontes de erro pelas quais esses resultados são controlados. A figura 5.2 mostra um dos resultados da investigação de Elvik.

A figura 5.2 mostra como a redução de acidentes atribuíveis à medida varia de acordo com os fatores controlados nos estudos. Em estudos em que quaisquer fontes de erros não são controladas, é possível calcular uma queda de 55% no número de acidentes com feridos, devido à retificação de locais mais perigosos. Em estudos em que várias fontes de erro foram controladas, o impacto estimado da medida foi muito menor. Com controle simultâneo de tendências gerais, efeito de regressão e migração de acidente, todo o impacto das medidas desapareceu. Tendências gerais no número de acidentes significa uma tendência

a longo prazo para mais ou menos acidentes em uma área maior. Efeito de regressão significa que o número de acidentes teria diminuído, mesmo se a medida não tivesse tido qualquer efeito, por causa de uma variação estatística no número de acidentes ao longo do tempo. Migração de acidente indica uma tendência para que o número de acidentes seja transferido de locais retificados por medidas para outros locais na rede viária.

Um exemplo foi o estudo realizado por Mountain e Fawaz (1992), em que se observou a migração de acidentes como um grande fator de influência sobre seus resultados. Em locais propensos a acidentes, o número de ocorrências diminuiu em 18%. Nas redondezas, a uma distância de até 500 metros, o número de acidentes aumentou 19%. Quando considerada a área como um todo, o número permaneceu inalterado. Se o estudo tivesse sido feito somente no local onde a medida foi aplicada, esse efeito não seria descoberto e talvez erroneamente se concluiria que a medida reduziu o número de acidentes em 18%. Isso é controlado no estudo sobre efeitos de regressão e tendências gerais. O aumento no número de acidentes nos locais adjacentes não pode ocorrer devido à falta de controle.

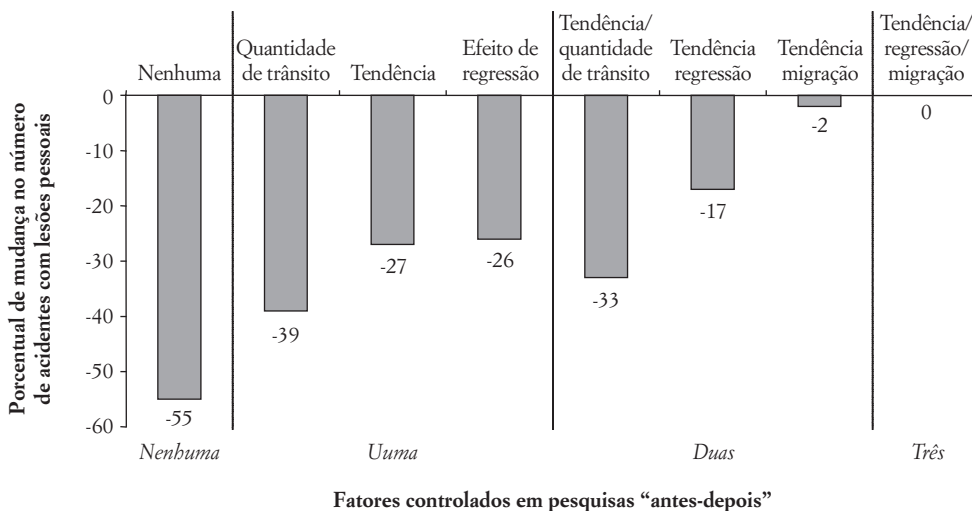


Figura 5.2: A relação entre os fatores controlados, e o efeito calculado de melhoria em locais perigosos em pesquisas "antes-depois" (Elvik, 1997A).

Exemplo 3: Especificação formalmente equivocada da relação entre alteração de velocidade e alteração no número de acidentes. Um sinal de que existe uma relação causal entre uma intervenção e mudanças no número de acidentes é que se pode encontrar uma chamada relação dose-efeito entre a medida e a alteração no número de acidentes. O Laboratório de Pesquisa de Transporte do Reino Unido (Webster e Mackie, 1996), por exemplo, encontrou em uma mesma área uma relação entre a diminuição da velocidade em áreas residenciais onde foi implementada medida para tal e a redução de acidentes. Esta relação é mostrada na figura 5.3 sob a forma da linha reta traçada no gráfico.

Se esta linha for estudada mais de perto, descobre-se que ela não pode dar uma boa descrição da relação entre alterações de velocidade e alteração no número de acidentes. A linha reta implica, por exemplo, que uma redução de 17 milhas/h na velocidade causará uma diminuição de acidentes em 105%, o que é logicamente impossível. Em outras palavras, a relação entre alterações na velocidade e a alteração no número de acidentes encontrada não é particularmente bem descrita por uma linha reta.

A figura 5.3 também mostra uma curva, que melhor descreve a relação entre alteração de velocidade e número de acidentes. A curva é um polinômio de segundo grau. Esta curva não conduz a valores ilógi-

cos, com uma redução de acidentes acima de 100%, como a curva dos pesquisadores do Laboratório de Pesquisa de Transporte do Reino Unido. Por outro lado, o aumento do número de acidentes quando a velocidade não é reduzida também pode parecer um resultado ilógico. O problema é que os dados são tão incertos que qualquer curva que for anexada a eles se tornará, da mesma forma, incerta.

Este exemplo mostra que se pode chegar a um desvio por demonstrar erroneamente uma relação entre a medida e a alteração no número de acidentes. Tradicionalmente as relações retílineas têm sido amplamente utilizadas, talvez porque sejam mais simples. Mas muitas vezes a relação entre a dose (medida) e o efeito (alteração no número de acidentes) não é uma linha reta. Outro problema na utilização de curvas de dados de acidentes, como TRL apontou, é que os pontos de dados são construídos com base em poucos acidentes e, portanto, são determinados de maneira altamente incerta. O Laboratório de Pesquisa de Transporte do Reino Unido, por exemplo, aceitou uma diminuição de acidentes de 100% em quatro pontos da curva de dados. Mas é muito improvável que a real redução de acidentes seja de 100%. Ainda não foi desenvolvida uma medida de segurança viária que garanta para todo o sempre que acidentes não mais ocorrerão. A verdadeira diminuição de acidentes deve, portanto, ser necessariamente inferior a 100%.

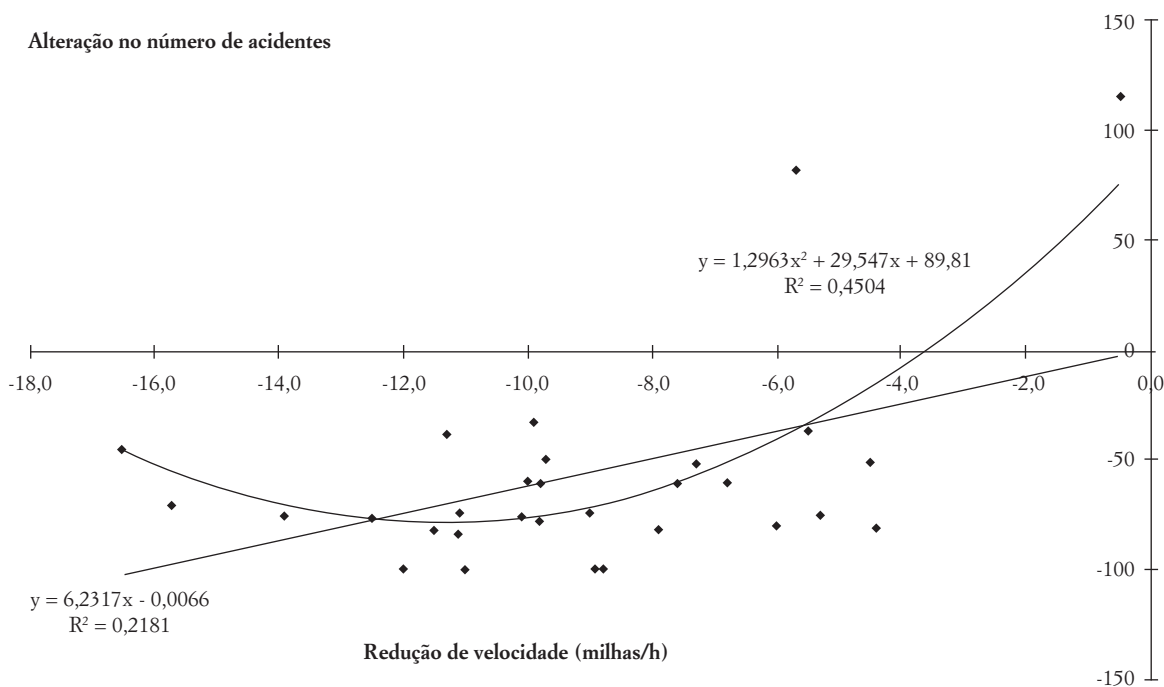


Figura 5.3: Relação entre a diminuição de velocidade (milhas/h) e a redução de acidentes pela introdução de uma medida em áreas residenciais (Webster e Mackie, 1996).

Exemplo 4: Direção de causalidade ambígua. Um método comum para medir efeitos de medidas de segurança viária é comparar o nível de risco de um grupo (lugares, condutores, veículos) em que a medida foi implementada com o nível de risco em outro grupo em que a medida não foi implementada. Esse método pode levar a resultados absurdos, caso não se possa determinar com clareza a direção da relação causal entre o nível de risco e a medida, cujos impactos da qual se pretende medir. Um exemplo disso é a relação entre o limite de velocidade e os acidentes nas rodovias.

A figura 5.4 mostra o risco de acidentes em rodovias com diferentes velocidades médias. Quando se analisam as rodovias como um todo, os resultados indicam que, quanto maior o limite de velocidade, mais baixo o nível de risco. Mas isso não significa que o nível de risco possa ser reduzido aumentando-se o limite de velocidade em áreas urbanas, por exemplo, de 50 para 80 km/h. Uma razão importante para que o limite de velocidade seja menor em áreas urbanas que nas áreas rurais é precisamente o fato de o nível de risco ser maior nas áreas urbanas. Em outras palavras, é o nível de risco que determina o uso da medida, e não a medida que causa o risco que encontramos. Mesmo que se observem rodovias com mesmo limite de velocidade, ainda assim se pensará que velocidade mais elevada está associada a altas taxas de sinistros. Aqui, o número de acidentes aumenta com o aumento da velocidade média dentro de cada um dos quatro grupos dos pontos de dados, que representam rodovias com o mesmo limite de velocidade.

Em muitos casos, as relações são muito mais sutis do que neste exemplo. O exemplo foi escolhido

porque nele fica óbvio que se comete uma falácia, caso se diga que o nível de risco cai de acordo com a configuração do limite de velocidade. Em muitos outros casos, a direção de causalidade não é tão óbvia. É difícil tirar conclusões sólidas com base em estudos com direção de causalidade ambígua.

5.4 COMO SÃO UTILIZADOS OS REQUISITOS PARA UMA BOA PESQUISA NO MANUAL DE SEGURANÇA VIÁRIA?

Os exemplos dados acima mostram que a deficiência metodológica da pesquisa pode levar a um impacto significativo em seus próprios resultados, principalmente quando se trata de efeitos de medidas de segurança viária sobre o número de acidentes ou lesões. Isto é um problema, porque, se não podemos confiar nos resultados das pesquisas realizadas, como poderemos planejar e implementar novas medidas de segurança viária? É certo apresentar resultados de estudos que sabemos ter limitações metodológicas? Ou, onde só existem um ou alguns estudos metodologicamente fracos, devemos dizer que não sabemos nada sobre os efeitos das medidas? Nesta seção estas perguntas serão discutidas e apresentaremos algumas tentativas de soluções de trabalho com o Manual de Segurança Viária.

Fontes de variação nos resultados de pesquisa:

Para a maioria das medidas descritas neste livro, há mais de um estudo sobre seus efeitos em acidentes ou lesões. Também é comum que os resultados de diferentes estudos sobre os efeitos de uma mesma medida variem. A figura 5.5 mostra um modelo de fontes de variação nos resultados de pesquisas (Elvik, 1994A).

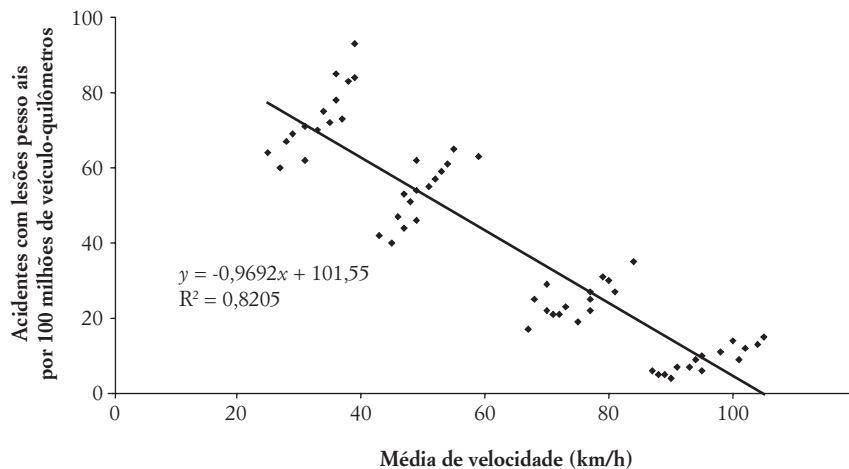


Figura 5.4: Relação entre média de velocidade e acidentes (Elvik, 2008).

A variação total de resultados da pesquisa pode ser descrita estatisticamente por meio da variância (ou um cálculo relacionado, como, por exemplo, a soma dos quadrados ou o desvio padrão). O primeiro passo para encontrar explicações para a variação nos resultados relativos ao impacto de uma medida é distinguir entre variação aleatória e sistemática. Se há uma variação sistemática nos resultados da investigação de uma determinada ação, esta pode, em princípio, ser de dois tipos: metodológica e substancial. Com *variação metodológica* no resultado quer-se dizer a variação sistemática que ocorre quando *as pesquisas não usam a mesma metodologia e chegam a resultados diferentes*. Tal variação nos resultados é, em princípio, indesejável, e torna-se necessário tomar uma posição sobre os resultados que se quer enfatizar. Isto é feito com o estabelecimento de um pré-requisito metodológico discutido com antecedência e dos tipos de pesquisas que possivelmente cumprem esses requisitos. Com *variação substancial* no resultado quer-se dizer variação sistemática que pode *caracterizar uma medida (ex., seu padrão ou extensão) ou pelo contexto em que ela é implementada (ex., em qual ambiente viário ela é utilizada)*. Essa variação significa que o verdadeiro impacto de uma medida é maior sob certas condições do que sob outras. Um estudo das fontes de variação substancial do efeito de uma medida tenta descobrir em que condições ela tem o maior ou menor impacto sobre acidentes ou danos.

Meta-análise: Nas meta-análises realizadas no Manual de Segurança Viária, é dada prioridade em detectar a variação metodológica sobre a variação substancial. A razão para isso é que há uma grande ênfase em encontrar as melhores estimativas dos efeitos das medidas que o livro descreve. Isso significa que até agora tem sido possível desconsiderar

os resultados decorrentes de investigações metodologicamente fracas.

Mas o que fazer com as medidas que possuem somente estudos construídos sobre uma metodologia deficiente? Para essas medidas, optou-se por apresentar os resultados existentes, mas informando suas limitações metodológicas. Isto significa que a qualidade dos resultados apresentados não possui a mesma qualidade para todas as medidas.

Avaliação da qualidade metodológica dos estudos de acidentes. A qualidade metodológica de todos os estudos incluídos na meta-análise é avaliada. Também é avaliado como seus resultados são afetados. Dependendo do caso, apenas os estudos de melhor qualidade metodológica são utilizados na meta-análise. Utiliza-se a seguinte classificação, calculada a partir do melhor para o pior:

Metodologias boas

- Experimentos, ou seja, experiência controlada com distribuição aleatória das unidades de um grupo de medidas e um grupo-controle
- Análises multivariadas, que são baseadas em um modelo explícito e em uma escolha fundamentada de forma funcional e estrutura residual, e com controle de regressão, endogeneidade e outros fatores que afetam as taxas de acidentes e/ou risco

Metodologias razoáveis

- Estudos “antes-depois”, que, ao menos, têm controle de efeito de regressão e desenvolvimento geral de acidentes

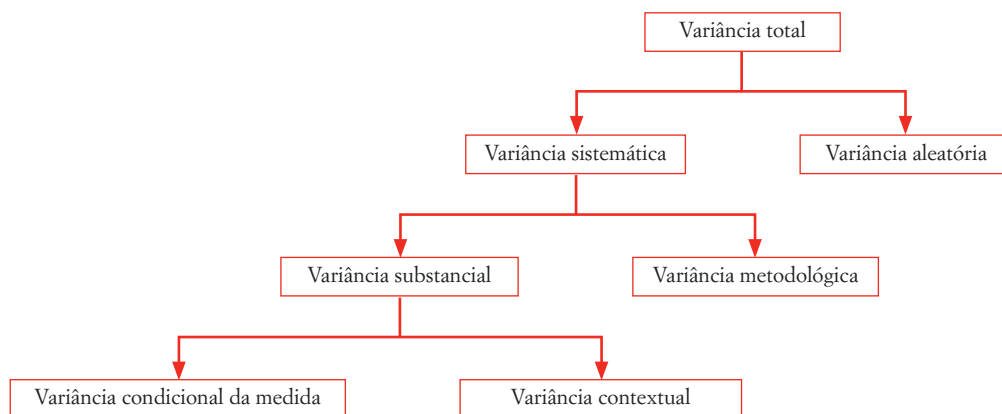


Figura 5.5: Decomposição por meta-análise da variância nos resultados de pesquisa.

- Estudos com e sem medida que têm controle de conhecidas e importantes fontes de erro de análises multivariadas
- Análises de sequências temporais que, pelo menos, têm removido as tendências de sazonalidade e variações aleatórias e têm uma variação de medidas claramente definida
- Análises multivariadas que são baseadas em um modelo explícito e uma escolha fundamentada de forma funcional e com estrutura residual

Metodologias fracas

- Estudos “antes-depois”, que controlam o desenvolvimento geral de acidentes, mas não os efeitos de regressão
- Estudos com e sem medida, que controlam algumas poucas fontes de erro pela divisão do material de subgrupos
- Análises de sequências temporais baseadas em modelos simples

- Análises multivariadas baseadas em dados disponíveis, que dispõem de distribuição normal residual

Metodologias insuficientes

- Estudos simples “antes-depois”, sem controle para fontes de erro
- Estudos simples de com e sem medida, sem controle de fontes de erro
- Análises de acidentes sem controle baseadas em suposições, sem possibilidade de exame nem de durabilidade
- Cálculos teóricos dos efeitos da medida sem exame de durabilidade nem fundamentação

Esta lista não é completa, mas abrange os métodos mais comumente usados em pesquisas sobre os efeitos das medidas de segurança viária em acidentes ou vítimas.

As informações apresentadas neste livro sobre os efeitos das medidas de segurança viária têm a intenção de proporcionar uma base melhor para seu planejamento e priorização. Como foi mencionado no Capítulo 1, não é tarefa da pesquisa criar uma receita para a política de segurança viária. Não são os cientistas que decidirão as metas que a comunidade deve estipular para reduzir acidentes e lesões no trânsito. Eles tampouco escolherão as medidas que devem ser implementadas para que as metas estabelecidas sejam alcançadas.

O conhecimento sobre o impacto das medidas ainda é uma parte importante da base para as decisões que as autoridades tomam quando se trata de planejamento e priorização das medidas de segurança viária. Por muitos anos, o desenvolvimento de métodos formais de planejamento e priorização de medidas de segurança viária com base em análises econômicas foram tarefas importantes da pesquisa. Tais métodos de planejamento e priorização formais servem como um auxílio para identificar medidas que proporcionem o maior benefício possível dentro de um determinado orçamento. Este capítulo aborda vários métodos de planejamento e priorização de medidas de segurança viária e nele são apresentados os custos dos acidentes de trânsito para a sociedade e também são explicadas as principais características das análises de custo-benefício. As principais perguntas tratadas são:

- Que atividades envolvem planejamento e priorização das medidas de segurança viária? Para quais dessas atividades podem-se construir métodos formais de planejamento e priorização?
- Que abordagens existem para o planejamento e a priorização de medidas de segurança viária?
- O que está incluído e o que não está incluído nas novas análises de custo que as autoridades realizam hoje em dia? O que significam “conceitos-chave” nessas análises? Quanto custam os acidentes de trânsito e como esses custos são calculados? Quais são os aspectos da segurança viária que elevam os custos dos acidentes?
- Como está o planejamento e priorização das medidas de segurança viária hoje? Quanto as autoridades priorizam as metas de trânsito em comparação com outras metas da política viária?
- Quais medidas podem ser apropriadas para resolver diferentes tipos de problemas na segurança viária? Quais medidas funcionam para diferentes tipos de acidentes?

6.1 QUAIS ATIVIDADES ENVOLVEM PLANEJAMENTO E PRIORIZAÇÃO DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA VIÁRIA?

Logicamente, planejamento e priorização de medidas é um processo entendido como gradual (Elvik, 1993a, 1997b), como mostra a Figura 6.1. Ressalta-se que este é apenas um *modelo lógico e idealizado* em etapas de um processo de reflexão e tomada de decisão. Nos processos de planejamento e priorização de fato, os diferentes passos não estarão tão claramente definidos como no modelo. Eles também não necessariamente têm uma ordem cronológica clara.

A pesquisa pode contribuir na descrição dos problemas de segurança viária por meio de estudos epidemiológicos de como os vários fatores de risco afetam o número real de mortes (Etapa 1). A escolha da meta é somente uma atividade política (Etapa 2). No entanto, a pesquisa contribui para mostrar exemplos de medidas que provaram ser eficazes (ou ineficazes). A pesquisa também pode contribuir para que metas contraditórias sejam evitadas.

O conceito de uma segurança potencialmente eficaz (Etapa 3) está descrito neste livro. Encontrar e estabelecer um panorama de medidas eficazes está em grande parte diretamente vinculado à pesquisa. A Etapa 4 descreve o quadro de condições para a análise de medidas e estratégias. Um quadro de condições determinantes é antes de tudo uma questão política. Os seguintes fatores costumam ser decisivos na configuração desse quadro:

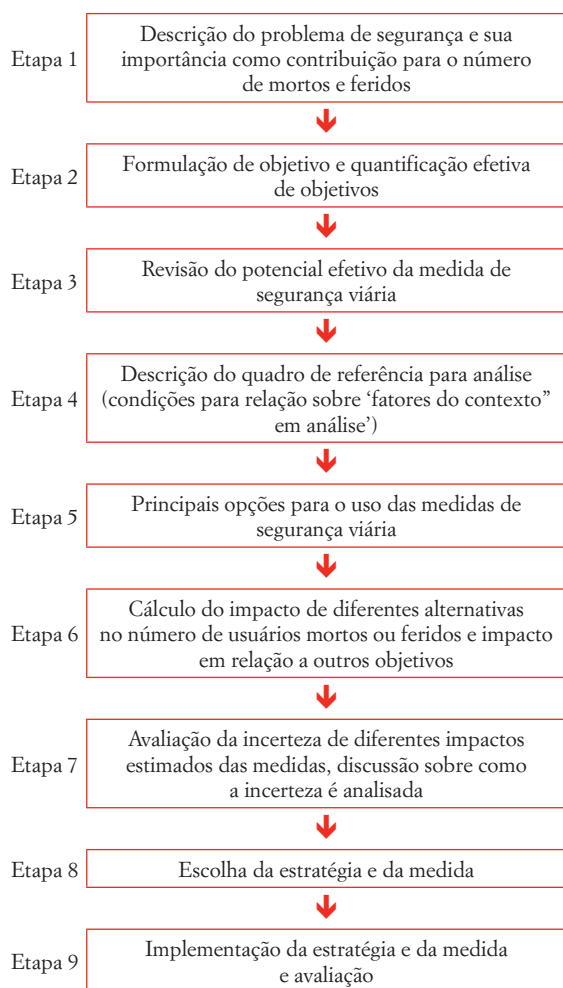


Figura 6.1: Etapas lógicas no processo de planejamento e tomada de decisão.

- Volume de tráfego crescente;
- Não-restrição da liberdade de escolha dos usuários da via, no que diz respeito ao meio de transporte;
- Transparência na distribuição dos orçamentos em diferentes registros.

Modelos normativos de prioridades na política de segurança viária como, por exemplo, a análise da relação custo-benefício, pode ajudar os responsáveis na decisão entre diferentes opções. Estes métodos, no entanto, não podem ajudar a definir metas ou estabelecer prioridades. O desenvolvimento de estratégias alternativas (Etapa 5) é em parte uma atividade política, e devem ser consideradas tanto a estrutura prática quanto a política.

O cálculo dos efeitos das diversas medidas e estratégias e a avaliação da incerteza associada aos efei-

tos estimados são etapas (Etapas 6 e 7) em que a pesquisa pode contribuir. A escolha de estratégias (Etapa 8) é um processo político em que a pesquisa pode ajudar fornecendo informações sobre os benefícios e os custos das diferentes possibilidades de escolhas. No entanto, é um equívoco acreditar que a análise da relação custo-benefício pode ser a única base para as decisões políticas sobre metas ou estratégias. Ela destaca consequências econômicas de diferentes estratégias ou medidas, mas não quais metas devem ser priorizadas. Ambos, objetivos gerais e seleção de estratégias concretas, são baseados quase sempre em fatores mais do que nas consequências econômicas.

Após a conclusão das estratégias e medidas, uma etapa importante é a de monitoramento e avaliação (Etapa 9). Infelizmente, nem todas as estratégias e medidas implementadas são avaliadas.

6.2 ABORDAGENS ALTERNATIVAS DE PLANEJAMENTO E PRIORIZAÇÃO DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA VIÁRIA

Em cada capítulo de medidas do Manual de Segurança Viária (Parte 2), há uma seção sobre as avaliações da relação custo-benefício. O objetivo desta seção é fornecer informações que esclareçam as vantagens ou a rentabilidade econômica de uma medida. Esta última é particularmente interessante, caso a intenção seja tornar as medidas o mais eficazes possível dentro de critérios econômicos. Critérios de priorização socioeconômicos representam apenas uma das várias abordagens possíveis para determinar quais medidas de segurança viária devem ser implementadas. O planejamento e a priorização de medidas de segurança viária podem ser realizados com base em:

1. Considerações de rentabilidade socioeconômica (análise de custos e análise de custo-benefício);
2. Critérios técnicos para a execução de medidas (diretrizes, padrões normativos e critérios de utilização de medidas incorporadas, por exemplo, nas leis de trânsito);
3. Os requisitos gerais de dimensionamento do sistema de trânsito derivaram de uma visão fundamentalmente ética de que ninguém deve ser morto ou ter a vida limitada por causa do trânsito (“Visão Zero”, meta de segurança no-ruêguesa);
4. Avaliações informais e situacionais que não são formalizadas por regras nem análise.

6.2.1 Análises socioeconômicas

Análises socioeconômicas incluem, entre outras coisas, análises de custo-eficácia e custo-benefício (Comitê de Estimativas de Custos, Noruega, 1997). Custo-benefício, possibilidades de aplicação e limitações são descritas mais detalhadamente na Seção 6.3, Análises de custo-benefício.

A análise de custo-eficácia: Uma análise de custo-eficácia tem como objetivo encontrar a forma mais barata de atingir uma determinada meta. Por exemplo, encontrar medidas que evitem o maior número de acidentes ou feridos por unidade de moeda do custo de implementação. Em uma análise de custo-eficácia não chega a ser necessário converter a meta que se quer atingir a um valor monetário. A relação custo-eficácia é definida como:

$$\text{Custo - eficácia} = \frac{\text{Número de acidentes ou lesões evitados}}{\text{Custo de implementação da medida}}$$

Quanto mais acidentes ou lesões evitados por unidade de moeda no custo total, maior a relação custo-eficácia de uma medida. Quando a medida tem vários efeitos além de prevenir acidentes e quando é possível expressar esse benefício em valor monetário, pode-se utilizar nas análises de custo-eficácia um custo líquido socioeconômico (Mattsson, 1991). Isso significa que se puxa o valor monetário dos benefícios agregados dos custos. Suponha que uma medida custe NOK10 milhões (coroas norueguesas) para ser implementada e evite 1 acidente com lesões pessoais. O custo-eficácia, de modo simplificado, é de 0,1 acidente com lesões pessoais evitado por milhão (1/10). Suponha que a medida proporcione uma economia de tempo nas viagens equivalente a NOK 8 milhões pelo tempo poupado. O custo líquido dela será, então, de NOK 2 milhões. (10 - 8). O custo-eficácia, calculado em acidentes considerados evitados pelo custo líquido, é de 0,5 acidente com lesões pessoais evitado por milhão de coroas norueguesas (1/2).

Análise de custo-benefício: Em uma análise de custo-benefício consideram-se todos os prós e os contras de uma medida em valores monetários. Deste modo, todos os tipos de efeitos tornam-se comparáveis e torna-se possível determinar se os benefícios são maiores que suas desvantagens. Uma medida cuja utilidade (benefícios) é maior que o custo (desvantagens) é economicamente rentável. A rentabilidade econômica pode ser expressa de várias maneiras.

O valor líquido atual é calculado como a diferença entre os benefícios e os custos: Valor líquido atual = Benefício - Custo.

$$\text{Razão - custo - benefício} = \frac{\text{Benefício}}{\text{Custo}}$$

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens Vegvesen) tem escolhido, em seu planejamento de análises custo-benefício dos projetos viários, definir a relação custo-benefício de maneira um pouco diferente da que especificada acima. A definição de custo-benefício da Agência é (Manual 140, 2006):

$$\text{Custo - benefício - líquido} = \frac{\text{Custo} - \text{Benefício}}{\text{Custo}}$$

Quando os benefícios são maiores que os custos, o valor líquido atual é positivo e a razão custo-benefício é maior que 1. A razão líquida de custo-benefício é maior que zero.

6.2.2 Critérios técnicos necessários para as medidas

As análises socioeconômicas são uma forma de gerenciamento de metas. Eles são baseados na ideia de que as pessoas se propõem a algumas metas e em seguida procuram encontrar os melhores meios para atingi-las. Outra maneira de determinar quais medidas de segurança viária devem ser implementadas é desenvolver normas técnicas e critérios para o uso dessas medidas. Essas normas e critérios representam o que poderíamos chamar de “gestão de normas”. “Gestão de normas” significa que se estabelecem normas visando um padrão a ser alcançado e, em cada caso, examina-se se estas normas são cumpridas ou não.

As normas viárias e padrões de manutenção da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega envolvem uma série dessas normatizações e critérios para o uso de medidas de segurança viária, particularmente as relativas à concepção e manutenção das vias e às regras de trânsito. Um exemplo dessas normas e critérios são as que regem o uso da placa trânsito 204, “PARE” (Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, manual 050, Parte 2, 2007).

Neste caso, as regras para o uso da medida são muito detalhadas. Da mesma forma, muitas medidas viá-

rias e de engenharia de tráfego têm regras e critérios de uso geralmente mais simples. As autoridades de trânsito pesquisam caso a caso (cada cruzamento, diferentes trechos de rodovia, etc.) os critérios de utilização para que a medida seja cumprida. Assim, a medida pode ser colocada em uso. Caso contrário, pressupõe-se que ela não será utilizada corretamente. Assim, normalmente acaba-se abrindo espaço para certas questões.

Regras e critérios de uso são construídos sobre percepções das condições sob as quais uma medida funciona melhor. O objetivo é garantir que as medidas sejam utilizadas apenas onde elas têm um impacto mais favorável sobre a segurança viária. As regras para o uso da placa PARE são muito restritivas. A razão para isso é que, se essas placas fossem colocadas em todos os cruzamentos, elas perderiam seu valor como sinal de que avançar é particularmente perigoso ou desordenado. Os usuários da via, então, facilmente perderiam o respeito pelos sinais e estes, por conseguinte, perderiam seu efeito sobre os acidentes.

Um objetivo importante é garantir que as medidas sejam utilizadas de maneira uniforme e, assim, ajudem a criar um ambiente de trânsito mais transparente e uniforme. Outro objetivo importante é simplificar o planejamento e as decisões sobre a utilização das medidas. Se não houvesse normas de utilização, as próprias condições locais e a pressão provocada pelo interesse de grupos locais poderiam tornar as decisões sobre o uso das medidas mais exigentes e menos consistentes.

As normas e os critérios técnicos de uso da maioria das medidas de segurança viária oferecem uma boa estrutura para qualquer análise socioeconômica de seu funcionamento. Por outro lado, elas são em pequenas proporções derivadas de considerações de rentabilidade econômica. Portanto, não se pode ter certeza da rentabilidade socioeconômica da implementação de uma medida nem onde esses critérios estejam preenchidos, ou de seu fracasso socioeconômico quando eles não são preenchidos. Além disso, não é sempre que são feitas análises de relação custo-benefício para medidas menores. Se a medida, por exemplo, for a colocação de uma placa de trânsito, as autoridades de trânsito se dedicarão, em muitos casos, a avaliar se os critérios são cumpridos ou não. Se eles forem atendidos, coloca-se a placa. A priorização da medida de trânsito com base em normas e critérios pode ser, portanto, considerada uma alternativa de construção nas análises socioeconômicas.

6.2.3 Segurança como um requisito básico de avaliação do sistema de trânsito: Visão Zero

Tanto as análises de custo-benefício quanto as normas para o uso de medidas agem de modo a disciplinar o pensamento e, assim, possivelmente agem de forma negativa na imaginação e criatividade. Meios auxiliares formais e critérios revelam propostas que claramente não são viáveis e, por isso, podem parecer repressivas. Em parte, essa função disciplinadora e censuradora naturalmente é intencional, porque força o idealizador a pensar logicamente e a se manter dentro de um quadro atual do que é técnica e economicamente viável. Por outro lado, não se deve ignorar o fato de que isso pode levar a certo viés “conservador” nos planos que estão sendo feitos. Os métodos de planejamento e priorização formais estimulam, em pequena extensão, o desenvolvimento de novas medidas.

Na Suécia, o governo lançou uma visão de longo prazo para a segurança viária, a Visão Zero, com o seguinte teor (Depto. de Comunicação, Administração Rodoviária, Suécia, 1996): “*Ninguém deverá ser morto ou gravemente ferido no trânsito*”.

“Gravemente ferido” aqui significa uma lesão que leva à deficiência permanente. O ponto de partida da Visão Zero é que se entende zero fatalidade e ferimento como a única meta ética permanente para a política de segurança viária. Não há número de mortos ou feridos graves eticamente corretos ou justificáveis. Portanto, devem-se projetar veículos e sistemas de trânsito onde ninguém seja morto ou gravemente ferido quando seguirem corretamente as regras aplicáveis ao sistema de trânsito. Isso requer que os responsáveis pela produção de veículos e pela concepção do sistema de trânsito desenvolvam metas com as quais ninguém morra ou tenha lesões permanentes quando houver acidentes.

Na Visão Zero, a perspectiva sobre a responsabilidade dos acidentes de trânsito mudou fundamentalmente. Via de regra os usuários são responsabilizados pelos acidentes, principalmente porque quase sempre é possível encontrar algo que alguém poderia ter feito de outra forma para que o acidente fosse evitado. Na Visão Zero, no entanto, aplica-se o seguinte:

- “A responsabilidade pela concepção e utilização do sistema de trânsito e, portanto, pela segurança é daqueles que o planejam e o operam”.
- Os condutores são responsáveis por seguir as regras de utilização desse sistema.

- “*Se os usuários não respeitarem as regras por ignorância, falta de aceitação ou incapacidade, os responsáveis pelo planejamento do sistema deverão, então, introduzir várias medidas*” (Ministério do Transporte e Comunicações, Suécia, 1997).

A pergunta fundamental no quadro da Visão Zero é: qual o limite de força externa que pode ser tolerado pelas pessoas expostas a acidentes antes que ocorra uma lesão grave?

Com a resposta, pode-se deduzir que a velocidade máxima permitida e os veículos projetados para resistir a impactos violentos em caso de acidente são fatores que estão por trás das lesões permanentes.

Na Visão Zero percebe-se que os acidentes não podem ser abolidos. Os acidentes que levam a lesões menores, facilmente sanadas, não são considerados um problema ético, nem mesmo são um problema, já que é possível resolvê-los totalmente. O foco são as lesões graves e sua prevenção. A Visão Zero é lançada como uma meta ideal de longo prazo para um sistema de trânsito em que se considera a segurança. Não se pode considerar que o sistema de trânsito de hoje tenha sido projetado de acordo com o conceito de segurança viária da Visão Zero. Certamente muitas exigências e limites foram estabelecidos no sistema atual de segurança, mas as estatísticas mostram que eles não têm sido suficientes para evitar o grande número de mortos e de lesões permanentes a cada ano.

As principais consequências da Visão Zero são (*Vägverket*, Administração Viária da Suécia, 1996):

- Determinar o sistema de trânsito a ser usado por todos.
- Determinar as formas de comportamento que o sistema deve permitir.
- Estipular o limite de lesão pessoal aceitável (gravidade tolerável de ferimentos).
- Definir os grupos de usuários da via menos protegidos contra lesões em acidentes e os mais frágeis; esses grupos são decisivos para o projeto do sistema.
- Definir os tipos de erros que o sistema deve estar projetado para tolerar.
- Definir os tipos de comportamentos que não são permitidos no trânsito e descrever como eles podem ser abolidos.
- Esclarecer a relação entre força externa e tipos de ferimentos que não podem ser tolerados.

- Pesquisar todos os fatores em conjunto, ou seja, legislação, vias, veículos, etc., de tal forma que os resultados sejam otimizados.
- Determinar quem é responsável pela execução das medidas necessárias.

Muitos argumentarão que a Visão Zero não é realista, ou que será muito caro implementá-la. Essa objeção é baseada no conhecimento que temos hoje sobre os efeitos das diferentes medidas e seus custos. Elvik (1999) estimou o valor que poderia custar a implementação da Visão Zero na Noruega. O cálculo da redução máxima do número anual de mortes que se pode alcançar com as medidas de segurança viária disponíveis chegou a 210 (da média 300 para 90 mortos) por ano. No entanto, isto tomaria tantos recursos que a renda real da sociedade seria reduzida, o que, por sua vez, poderia aumentar a mortalidade no geral. O efeito líquido foi calculado para um possível aumento de mortes em 1355 por ano. O número é incerto, mas ele mostra que, se uma grande parte da renda fosse usada na segurança viária, outros fins da saúde se deteriorariam a ponto de a mortalidade total aumentar.

Mas um ponto importante sobre a Visão Zero é estimular o desenvolvimento de novas iniciativas e, assim, criar uma nova realidade. Hoje em dia já é possível avançar um pouco rumo à Visão Zero usando medidas conhecidas e economicamente rentáveis. Um cálculo mostra que alcançar 100% de respeito às leis de trânsito significaria reduzir o número de mortes em aproximadamente 50% (Elvik, 1997C). Uma análise realizada por Elvik (2007) concluiu que é possível reduzir para a metade o número de mortes até 2020, utilizando medidas de segurança viária de baixo custo.

6.2.4 Avaliações informais e situacionais

Todas as abordagens para o planejamento e priorização das medidas de segurança viária descritas acima poderiam ser chamadas de “ideal típico”, ou seja, que elas são uma expressão de como se pode, de maneira idealista, planejar e priorizar medidas de segurança viária de um ponto de partida determinado. Na prática, o planejamento e a priorização de medidas de segurança viária na Noruega são elaborados por uma mistura de diferentes abordagens. Além disso, na prática as medidas comumente são adotadas a partir de avaliações informais e situacionais. Essas avaliações também podem contribuir para que se descarte uma série de medidas que sabemos ser aquelas que encontrarão resistência.

Não importa o quanto se desenvolvam sistemas de planejamento e priorização formais com definições ideológicas de longo prazo para o sistema de trânsito: nunca será possível eliminar a necessidade de avaliações informais e situacionais. No entanto, é possível definir um conjunto de princípios que especifique o alcance dessas avaliações e, assim, garanta que a política de segurança viária não seja vítima de rumores aleatórios e prioridades inquestionáveis.

6.3 ANÁLISES DE CUSTO-BENEFÍCIO

Análises da relação custo-benefício têm sido utilizadas na avaliação de medidas há muitos anos (Trilling, 1978). Este uso ainda é controverso (Hauer, 1994). São análises geralmente utilizadas na solução de questões ou projetos com as seguintes características:

- que envolvam gastos públicos, muitas vezes investimentos;
- onde existam várias dimensões que devem ser levadas em consideração e estas possam ser parcial ou totalmente opostas uma à outra;
- com uma ou mais metas de bens não consumíveis, como meio ambiente, crime ou segurança do trânsito;
- cujos recursos sejam limitados e é desejável que sejam utilizados da maneira mais eficiente possível.

Esta lista se baseia em exemplos de análises de custo-benefício apresentadas em uma série de livros (Boadway e Bruce, 1984; Dasgupta e Pearce, 1972; Gramlich, 1990; Hanley e Spash, 1993; Johansson, 1991; Layard e Glaister, 1994; Mishan, 1988; Sassone e Schaffer, 1978; Williams e Sugden, 1978; Williams e Giardina, 1993).

Os **pressupostos básicos** em análises de custo-benefício podem ser resumidos da seguinte forma:

- *Soberania do consumidor*: O consumidor pode decidir por si mesmo como os seus próprios recursos financeiros serão utilizados.
- *Avaliação de bens não materiais segundo o princípio da disposição a pagar (DAP)*: As preferências dos consumidores para a produção de bens públicos são expressas em termos de sua disposição a pagar por eles.
- *Maximização do bem-estar* é a meta das análises de custo-benefício.

- *Neutralidade no que diz respeito à distribuição de bens públicos*: Os resultados de análises de custo-benefício não dizem nada sobre como a utilidade das medidas deve ser distribuída. Podem, entretanto, mostrar se uma medida, em geral, tem maior benefício do que custo, ainda que algumas pessoas ou grupos tenham mais desvantagens que benefícios com ela.

Uso de análise custo-benefício na política de segurança viária. Pode-se estimar até que ponto as análises de custo-benefício são adequadas para avaliar medidas de segurança viária com as seguintes etapas (Elvik, 2001):

1. Pressupostos básicos
2. Tipos de questões avaliadas
3. Grau de adequação de metas
4. Avaliação de estratégias adequadas ou medidas passíveis de serem desenvolvidas
5. Avaliação dos efeitos de estratégias ou medidas, especialmente concernentes à avaliação econômica

1. Pressupostos básicos: Na primeira etapa, deve-se estipular um posicionamento sobre os pressupostos básicos na análise custo-benefício. Descartando-se um deles, a análise torna-se inapropriada para o uso. Um argumento comum contra esse tipo de análise é que o princípio de soberania do consumidor não é válido em segurança viária. O raciocínio é que os usuários são mal-informados sobre riscos de acidente e ferimentos graves e que, portanto, não podem ter preferências bem fundamentadas quando se trata de melhoria na segurança viária. Segundo Hauer (1994), é impossível atribuir um valor econômico a uma vida humana, porque é “impossível ter preferências sobre possibilidades de escolha quando a morte, para aqueles que escolhem, é uma das opções. É um assunto sem sentido”.

Um contra-argumento possível é que existem muitas outras atividades e escolhas que afetam as perspectivas de sobrevivência humana também em outras áreas além do trânsito (como, por exemplo, carreira, estilo de vida, hábitos alimentares, exercício físico, tabagismo e consumo de álcool). Se elas podem quase sempre ter a morte como um resultado possível, então, dificilmente se pode afirmar que, por esta razão, as pessoas nunca conseguem tomar uma decisão bem fundamentada.

Outro argumento comum contra a análise de custo-benefício enquanto avaliação de segurança viária

ria é que reduzir as diferenças de risco de acidente entre diferentes grupos de usuários da via deveria ser um objetivo político. Até que ponto esse argumento é relevante para as análises de custo-benefício depende do tipo de medidas que serão avaliadas.

2. Tipos de assuntos avaliados: A próxima etapa é decidir o tipo de assunto ou tema que deverá ser analisado. Nem todos os temas ou assuntos são adequados. Por exemplo, questões de direitos humanos universais são via de regra consideradas inadequadas para esse tipo de análise. Questões sobre justiça, principalmente, estão fora da área de aplicação. Um tema ser considerado adequado ou não é, em certa medida, subjetivo. Parte das pessoas acredita que assuntos relacionados à segurança viária são técnicos e econômicos; outros, no entanto, consideram a segurança como algo que deve ser distribuído de forma justa entre os grupos de usuários da via. O primeiro grupo provavelmente considera adequado o uso de análise de custo-benefício, enquanto o segundo grupo provavelmente o considera inadequado.

3. Avaliação de estratégias adequadas ou medidas passíveis de serem desenvolvidas: Objetivos políticos devem cumprir alguns critérios para serem considerados adequados para a análise de custo-benefício. Em primeiro lugar, as metas devem ser claramente formuladas e passíveis de avaliação econômica. Isso não significa, necessariamente, que os objetivos devam ser quantificados. As metas só devem ser formuladas de modo que se possa ser feito um estudo de avaliação para estimar os valores econômicos para diferentes graus de abrangência.

Em segundo lugar, diferentes metas podem ser ajustadas entre si, ou seja, no geral, nenhuma deve ser priorizada incondicionalmente em relação às demais. Um exemplo de meta que se define como superior a todas as outras é a Visão Zero. De acordo com a Visão Zero não deve haver mortes nem ferimentos graves no trânsito. Esta meta é definida como a mais importante dentre todas (Administração Viária, Suécia, 1997).

Em terceiro lugar, é importante que os objetivos políticos não sejam excessivamente questionáveis (Eriksen et al., 1994). Discordâncias básicas sobre objetivos políticos não são resolvidas calculando-se o quanto os diferentes objetivos “valem” financeiramente.

4. Avaliação de estratégias adequadas ou medidas passíveis de serem desenvolvidas: Análises de custo-benefício ajudam em decisões em que a medida a ser selecionada deve ter o maior benefício em relação aos custos. No entanto, elas não fornecem orientação sobre como identificar medidas pertinentes por pressuporem que elas sejam conhecidas.

A análise de custo-benefício assume que é possível fazer a distinção entre meios e fins. O significado desta hipótese pode ser ilustrado por um exemplo. Imaginemos que a disposição para pagar por uma melhor segurança viária seja conhecida. Um programa de segurança viária é avaliado com uma análise de custo-benefício. Os resultados mostram que as medidas rentáveis de segurança no trânsito (que tem mais benefícios do que custos) podem reduzir o número de mortes em 25%. Estabelece-se, então, uma meta de que o número de mortes deve ser reduzido em 50%. Alterar a disposição para pagar por uma maior segurança para tornar rentável reduzir o número de mortes em 50% ao invés de 25% vai contra os princípios da análise de custo-benefício. A conclusão deveria ser, antes, que a meta de redução de 50% do número de mortes é inconsistente com a disposição a pagar por maior segurança da população.

5. Avaliação dos efeitos de estratégias ou medidas, especialmente concernentes à avaliação econômica. A análise de custo-benefício pressupõe a existência de avaliações econômicas de todos os efeitos relevantes de medidas (Hanley e Spash, 1993). Nos últimos anos foram desenvolvidas avaliações econômicas para o aumento do número de impactos de várias medidas públicas. No entanto, ainda existem muitos efeitos sem nenhuma avaliação econômica, como, por exemplo, as intervenções viárias que dividem habitats naturais de animais, o que os força a atravessar uma rodovia para encontrar comida.

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e o Ministério de Transporte realizaram um esforço considerável no desenvolvimento de melhores bancos de dados e melhores métodos de análises de custo-benefício. No Manual de Segurança Viária, optou-se por apresentar a informação sobre o novo valor de custo das medidas, porque esses detalhes interessam na seleção e priorização de medidas de segurança viária. Ainda assim, os resultados das avaliações de custo-benefício de medidas não devem ser interpretados como uma receita sobre quais delas devem ser implementadas.

6.3.1 Fatores incluídos na análise de custo-benefício atual

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega realizou um planejamento de análises de custo-benefício de projetos viários (Manual 140, Análise de consequências, 2006). A Tabela 6.1 mostra quais fatores foram incluídos nessas análises e quais, de acordo com a Agência, não foram incluídos. As consequências incluídas nas análises são avaliadas economicamente. Aquelas que não estão incluídas nas análises não podem ser avaliadas economicamente de uma forma significativa.

6.3.2 Custos dos acidentes

Entre 2009 e 2010 foi realizado um estudo de avaliação geral do custo dos acidentes, em que se incluiu a maioria dos produtos sem valor de mercado e foram feitas novas avaliações econômicas desses produtos (Samstad et al., 2010). Este estudo de avaliação incluiu também os custos dos acidentes (Veisten, Flügel e Elvík, 2010). Os novos custos dos acidentes

são demonstrados em preços de 2009. Os custos dos acidentes são a soma dos cinco itens principais:

Custos médicos: Os custos médicos envolvem todos os custos do tratamento de lesões decorrentes de acidentes de trânsito, incluindo casas de repouso e despesas médicas privadas como, por exemplo, aumento do consumo de analgésicos e drogas tranquilizantes. Os eventuais custos de assistência domiciliar não estão incluídos, mas se presumem incluídos no custo da perda de produção doméstica não remunerada (ver abaixo).

Custos materiais: Os custos dos materiais são todos aqueles que envolvem o reparo ou a substituição de veículos ou outros itens danificados ou destruídos em acidentes. Essencialmente estes gastos do condutor são cobertos pelo seguro do automóvel.

Custos administrativos: Custo administrativo é todo aumento do uso de recursos da administração como resultado de acidentes de trânsito. Isto inclui a administração de seguros, da segurança social, os custos da polícia com os relatórios de acidentes e custos para litígios que surjam em acidentes de trânsito.

TABELA 6.1: PANORAMA GERAL DA ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DESCRITA NO MANUAL DA AGÊNCIA NORUEGUESA (Manual 140, 2006).

Grupo-alvo	Consequências dos investimentos viários	
	Incluído em análises de custo-benefício	Não incluído em análises de custo-benefício
Usuários de vias e transportes	Custos do veículo dependente da quilometragem Outras despesas da via Custos relativos ao tempo (veículos automotores) Atrasos imprevistos Acessibilidade para pedestres e ciclistas (custos de tempo) Desvantagem de custo nas linhas de balsa Impactos na saúde de pedestres e ciclistas Insegurança de pedestres e ciclistas Insegurança relacionada a deslizamentos de terra	
Operadores	Implicações para empresas de transportes públicos, estacionamento, pedágio e outros comerciantes privados	Agricultura, silvicultura e pesca
Público	Custos de investimento Custos de operação e manutenção Transferências Receita tributária	
O restante da sociedade	Acidentes Ruído Poluição atmosférica Valor residual de investimentos Encargos fiscais	Comunidade local Vida ao ar livre Meio ambiente natural Patrimônio e ambiente cultural Arquitetura urbana e paisagismo Recursos Naturais

Os custos de administração de seguros são cobertos da mesma forma que os custos materiais. Outros gastos administrativos têm a cobertura assumida pelo setor público. Indenizações pagas e benefícios não são incluídos diretamente nos custos dos acidentes. Pagamentos de seguro social e indenizações são apenas uma maneira de cobrir os custos de acidentes. O custo socioeconômico é pago pelo seguro social e as indenizações são cobertas, mas a perda da renda é aquela causada pela incapacidade de trabalho.

Perda da produtividade: Os custos de perda de produtividade são o valor de produção perdido devido a lesões de trânsito. Os custos incluem tanto a produção remunerada quanto a não remunerada. Produção doméstica não remunerada é calculada com base no valor de mercado para contratação de tais serviços. Em caso de morte, são os ganhos perdidos da produtividade futura que contam, até a idade esperada de aposentadoria.

Perda do bem-estar nos acidentes de trânsito: É qualquer redução do bem-estar decorrente de um acidente. Bem-estar é o grau de relaxamento da experiência individual, material e mental. Ter elevado bem-estar significa ter todas as necessidades materiais e físicas básicas supridas e poder experimentar normalmente no dia a dia um estado de bem-estar físico, mental e social.

Os três primeiros registros são tradicionalmente chamados de custos diretos, porque eles podem, em princípio, ser recuperados sob a forma de pagamentos específicos para o ferido de trânsito e outras partes interessadas da sociedade. Os custos diretos poderiam ser largamente calculados com base nos preços de mercado existentes. As perdas de produtividade são chamadas de custos indiretos, pois em muitos casos não se trata de gastos diretos, mas de perda de oportunidades de produção, e não um declínio concreto e observável na produção.

Não é possível um cálculo ou estimativa de custos diretos ou indiretos quando se trata de bem-estar em acidentes de trânsito. A avaliação econômica do bem-estar não é uma questão de quanto custam os acidentes assim que acontecem, mas sim quanto de recurso a comunidade está disposta a gastar para reduzir o número de acidentes e suas consequências. A perda de bem-estar é avaliada de acordo com quanto as pessoas estão dispostas a pagar para reduzir o risco de acidentes de trânsito.

Avaliação econômica de bem-estar: O estudo de avaliação de uma variedade de métodos utilizados para determinar o quanto as pessoas estão dispostas a pagar por uma melhor segurança viária. O objetivo de usar vários métodos é saber o quanto a escolha do método afeta os resultados. Estudos anteriores mostram que o resultado dos cálculos de avaliação é significativamente afetado pelo método utilizado. Os valores aconselhados a serem utilizados na análise de custo-benefício são relativamente conservadores, ou seja, o estudo de validação envolve um número de estimativas dos valores referentes à segurança viária que é maior do que o recomendado.

Novos custos de acidentes com base no estudo de avaliação (Veisten, Flügel e Elvik, 2010) foram publicados em 2010. Resumidamente, os custos dos acidentes são calculados (preços de 2009) a cada caso de sinistro de acordo com o grau de lesão, como mostra a Tabela 6.2.

O índice de custo da Tabela 6.2 é relativo às lesões informadas pela polícia segundo os relatórios de acidente com lesões pessoais. Ao calcular os custos, leva-se em consideração uma possível subnotificação de acidentes e lesões nas estatísticas oficiais. Por conseguinte, os valores incluem também os custos das lesões não declaradas. Os números variam entre os diferentes tipos de acidentes.

TABELA 6.2: CUSTOS DE ACIDENTES (2009) POR SINISTRO, SEGUNDO O GRAU DE LESÃO (FONTE: VEISTEN ET AL., 2010; AGÊNCIA RODOVIÁRIA, ET AL., 2010).

Tipo de acidente e categoria de custos	Custos ordenados a partir das lesões mais graves (NOK)					
	Mortos	Lesão gravíssima	Lesão severa	Lesão grave	Lesão leve	Apenas danos materiais
Custos econômicos reais	4.095.962	9.570.090	5.361.365	4.124.127	146.345	29.564
Efeito no bem-estar	26.126.880	13.362.853	5.225.376	4.019.520	467.342	0
Custo total dos acidentes	30.222.842	22.932.943	10.586.741	8.143.647	613.687	29.564
Custo total dos acidentes (arredondado)	30.220.000	22.930.000	10.590.000	8.140.000	614.000	30.000

A Tabela 6.3 especifica os custos de acidentes com lesões pessoais, por cada tipo diferente de ocorrência, dentro e fora das zonas urbanas e para todo o país. Valores referentes apenas a acidentes com lesões pessoais. Os números entre parênteses, ao lado de cada tipo de acidente, referem-se ao código de acidente no registro do Escritório Central de Estatística da Noruega.

Com base nos custos de lesões da Tabela 6.3 e também nas informações sobre o número de ocorrências, os custos socioeconômicos anuais de acidentes de trânsito em 2005-2009 foram estimados em mais de NOK 40 bilhões (valores de 2009).

Incerteza nos custos dos acidentes. Quão confiáveis são os dados relativos aos custos de acidentes descritos acima? Você pode confiar nesses números? Os custos de acidentes calculados no estudo avaliativo têm uma incerteza de pelo menos 20%, em ambas as direções. A maior parte dessa incerteza é relativa à eficácia do método de avaliação. A incerteza puramente estatística nos valores é relativamente pequena.

O que os custos dos acidentes não incluem? Os custos são calculados por acidente e por pessoa ferida. Além disso, eles são estimados para diferentes tipos de acidentes. Isso torna possível avaliar financeiramente a utilidade de medidas que reduzem tanto o número quanto os tipos específicos de acidentes, e também os graus de lesão. O termo “segurança viária” também contém alguns aspectos que não podem ser considerados parte dos custos dos acidentes, como os calculados e reproduzidos acima. Aspectos de segurança viária que não podem necessariamente ser incluídos nos custos de acidentes na forma em que estão disponíveis e em uso hoje são:

Equalização das diferenças de risco entre grupos de usuários da via. Os custos dos acidentes não levam em conta se o risco por passageiro-quilômetro é alto ou baixo. Caso se queira manter a meta de reduzir as diferenças de risco entre grupos de usuários da *via*, o custo por acidente deverá ser proporcional ao risco por passageiro-quilômetro. O grupo de usuários com alto risco obterá, então, um alto custo por acidente.

Prevenção de catástrofes. O potencial para desastres no trânsito rodoviário é provavelmente menor que em outros ramos do transporte. Relaciona-se principalmente a acidentes em autoestradas com nevoeiro denso, acidentes em túneis e grandes desastres envolvendo ônibus e transporte de mercadorias perigosas. Caso se queira dar ênfase especial à prevenção de catástrofes, o custo por pessoa ferida ou morta nesse tipo particular de acidente deverá ser maior que em outros acidentes rodoviários.

O objetivo principal de melhorar a segurança viária é reduzir o número de vítimas. Esta meta sem dúvida é incluída nos custos de acidentes utilizados atualmente. Entretanto, quando também se enfatizam os aspectos mencionados acima, os custos dos acidentes fornecem uma reflexão menos precisa do que estamos tentando alcançar.

6.3.3 Avaliação de outros bens sem valor de mercado

Em análises de custo-benefício não são incluídos apenas os custos dos acidentes, mas também se faz uma avaliação econômica de outros bens sem valor de mercado. Na Tabela 6.4 estão sintetizadas as avaliações cuja utilização é recomendada atualmente. Para obter detalhes, o embasamento destas avaliações está em Samstad et al. (2010).

TABELA 6.3: CUSTOS DE LESÕES PESSOAIS EM DIFERENTES TIPOS DE ACIDENTES DENTRO E FORA DE ÁREAS URBANAS (APENAS ACIDENTES COM FERIDOS). VALORES DE 2009.

Tipo de acidente	Zonas rurais	Áreas urbanas	Todo o país
Acidentes de colisão (20-29)	6.044.749	1.994.944	5.557.306
Acidentes envolvendo animais, etc. (00)	3.216.747	526.017	3.156.378
Acidentes de saída de pista (90-99)	2.942.294	2.434.669	2.896.270
Atropelamentos (70-89)	2.793.121	2.597.087	2.708.689
Outros acidentes (01, 02, 03, 09)	1.890.330	1.837.178	1.875.254
Acidentes em cruzamentos (31, 33-69)	1.884.761	1.451.785	1.732.810
Acidentes em estacionamentos (04-08)	1.526.525	1.383.644	1.475.838
Colisão de marcha a ré / outros acidentes com a mesma direção (10-19; 30; 32)	1.399.192	1.111.157	1.349.444
Todos os tipos de acidentes (00-99)	2.869.657	1.840.226	2.657.928

TABELA 6.4: AVALIAÇÃO RECOMENDADA DE BENS NÃO COMERCIALIZÁVEIS EM ANÁLISES DE CUSTO-BENEFÍCIO (SAMSTAD ET AL., AGÊNCIA RODOVIÁRIA, 2010). VALORES DE 2009

Componente	Unidade	Valor (NOK) por unidade
Tempo de viagem por veículo (<100 km)	Pessoa-tempo	88
Tempo de viagem por veículo (>100 km)	Pessoa-tempo	181
Tempo de viagem com ônibus (<100 km)	Pessoa-tempo	60
Tempo de viagem com ônibus (>100 km)	Pessoa-tempo	120
Tempo de caminhada	Pessoa-tempo	146
Tempo de pedalada	Pessoa-tempo	130
Efeitos de caminhar para a saúde	Quilômetros- caminhada	25,50
Efeitos de pedalar para a saúde	Quilômetros pedalados	12,90
Insegurança no cruzamento viário	Cruzamento de pedestres	1,00
Insegurança no cruzamento viário	Cruzamento de bicicletas	2,40
Insegurança no trânsito ao longo das vias	Quilômetros- caminhada	29,00
Insegurança no trânsito ao longo das vias	Quilômetros pedalados	13,00
Insegurança diante de perigo de deslizamento	Quilômetros-automóvel	0,50
Emissão de micropartículas (cidade grande)	Quilo-partículas	3600
Emissão de micropartículas (cidade média)	Quilo-partículas	1640
Emissão de micropartículas (outras urbanizações)	Quilo-partículas	440
Emissão de micropartículas (áreas densas)	Quilo-óxidos de nitrogênio	76
Emissão de micropartículas (interior do país)	Quilo-óxidos de nitrogênio	51
Emissão de dióxido de carbono equivalente	Toneladas (antes de 2015)	200
Emissão de dióxido de carbono equivalente	Toneladas (2015-)	210
Emissão de dióxido de carbono equivalente	Toneladas (2020-)	320
Emissão de dióxido de carbono equivalente	Toneladas (2030-)	800
Ruído do trânsito	Pessoa incomodada por ruído	335

6.3.4 Utilidade de trânsito recém-criado - excedente do consumidor

Algumas medidas podem afetar o alcance do trânsito. Se uma medida leva a um novo tipo de deslocamento no tráfego, a utilidade dele é, em parte, a utilidade da própria medida. A utilidade do tráfego recém-criado normalmente é calculada em termos de aumento do *excedente do consumidor* associado a ele. A Figura 6.4 ilustra de forma simples o excedente do consumidor.

Vamos supor que um item custe NOK5. A esse preço, uma pessoa escolhe comprar seis unidades do item, para uma despesa total de NOK30. A utilidade do item não é tão grande a ponto de ela comprar mais de 6 unidades a esse preço. Por outro lado, a pessoa acha NOK5 barato a ponto de poder comprar 6 unidades. Tivesse o preço sido de NOK6 cada, a pessoa teria comprado somente 5 unidades para o mesmo custo total de NOK30. Tivesse o preço sido NOK7 cada, ela só teria comprado 4 unidades, para um total de NOK28. Ela, então, teria usado as NOK2 para outras coisas. Na Figura 6.4 as colunas mostram a relação entre preço e número

de unidades (traçado horizontalmente sob cada coluna) que a pessoa compraria. Quando o preço é de NOK5 por unidade, a pessoa compra 6 unidades. A Figura 6.4 mostra que, se o preço tivesse sido de NOK10 por item, a pessoa só teria comprado uma unidade do produto.

A máxima disposição do comprador a pagar por uma unidade da mercadoria é, em outras palavras, de NOK10. Ele preferiria ter pagado NOK10 a ter que ficar sem a mercadoria. Mas, na compra de 6 unidades a NOK5 cada, a pessoa não paga NOK10, e sim apenas NOK5 pela “primeira” unidade do item. A diferença entre a máxima disposição a pagar e o preço real é de NOK5 pela primeira unidade do produto, NOK4 pela segunda, etc. Estas diferenças são mostradas pelas áreas sombreadas na figura 6.4. A soma dessas áreas sombreadas é o excedente do consumidor na compra de 6 unidades da mercadoria a NOK5 cada. O excedente do consumidor é de $5 + 4 + 3 + 2 + 1 = \text{NOK15}$. O excedente do consumidor é, em outras palavras, o benefício excedente que uma pessoa tem por consumir um produto ou serviço, indicado pela diferença entre sua máxima disposição pagar pelo bem ou serviço e o preço real de mercado.

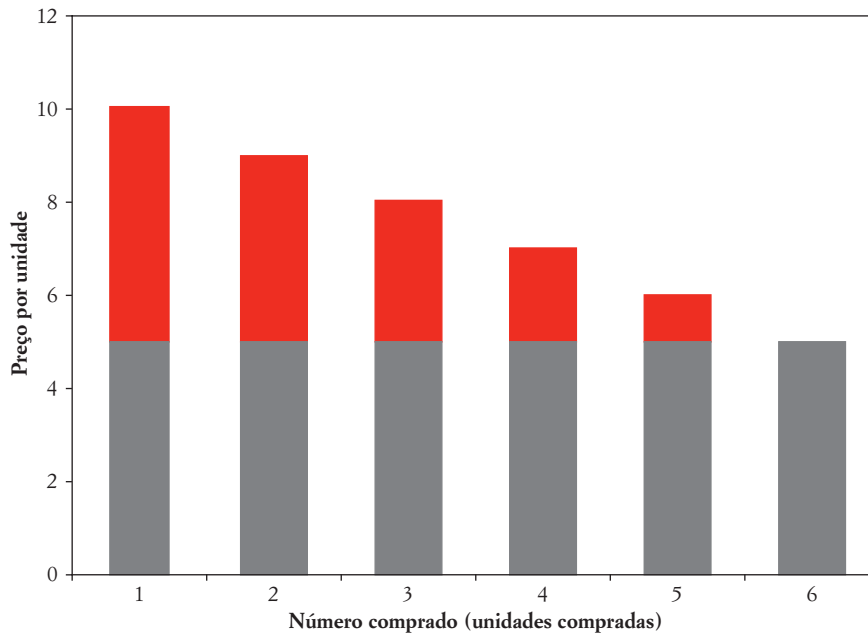


Figura 6.2: Ilustração simples do conceito de excedente do consumidor (os campos sombreados em cada coluna).

A Figura 6.2 mostra que o excedente do consumidor diminui quando o preço aumenta e vice-versa. Se, por exemplo, o preço tivesse sido NOK6 cada, somente uma pessoa teria comprado 5 unidades. O excedente do consumidor teria sido $4 + 3 + 2 + 1 = 10$. Do mesmo modo, o excedente do consumidor teria aumentado se o preço tivesse caído para, por exemplo, NOK4 por unidade.

Na análise de custo-benefício das medidas que podem afetar o volume de tráfego, expressa-se o “preço” de viagens e transporte geralmente sob a forma de custos gerais de viagem. Custo geral de viagem é a soma de despesas diretas e todas as outras desvantagens e esforços que a viagem implica. Nos custos gerais de viagem, estão incluídos gastos operacionais do veículo, custos relativos ao tempo gasto pelo usuário e parte dos custos do acidente e custos ambientais, pelos quais os usuários são cobrados. Parte dos custos dos acidentes e todos os gastos ambientais são externos, o que significa que eles não são pagos diretamente pelo usuário que dá origem às despesas pelo seu comportamento no sistema de trânsito.

Ao avaliar as medidas de segurança viária que podem afetar o volume de tráfego, como, por exemplo, desvio nas vias, é adequado retirar os custos dos acidentes das despesas gerais de viagem, para evitar dupla contagem. Custos gerais de viagem consistem, então, em custos operacionais do veículo e do tempo dos usuários.

6.3.5 Custo socioeconômico alternativo das medidas financiadas pela previdência social

Muitas medidas públicas de segurança viária são financiadas pela previdência social. Na análise de custo-benefício dessas medidas, seu custo orçamentário deve ser corrigido levando em conta o custo socioeconômico alternativo nos impostos.

Impostos e taxas normalmente levam produtores e consumidores de uma determinada mercadoria ou serviço a serem confrontados com preços diferentes. Um imposto geral sobre todos os bens, como, por exemplo, o IVA (imposto sobre valor agregado), cria uma lacuna entre o preço antes dos impostos, dado pelo fabricante de acordo com a produção e suas avaliações de rentabilidade, e o preço após os impostos, que é construído pela demanda dos consumidores. Essas discrepâncias fiscais podem afetar os padrões de produção e consumo em uma sociedade, de tal forma que os consumidores sofram uma perda de bem-estar maior que o valor do próprio imposto. O custo socioeconômico alternativo nos impostos destina-se a expressar essa perda de bem-estar.

O custo alternativo no financiamento de imposto é definido como igual a 1,2 (Ministério das Finanças, Noruega, 2005). Isto significa que uma medida que no orçamento público custa NOK1 milhão, em uma análise de custo-benefício incluindo um custo socioeconômico custará NOK1,2 milhões. Esta recomen-

ção é seguida nas análises de custo-benefício feitas sobre as medidas de segurança viárias neste livro.

6.3.6 Tempo de vida técnicoeconômica da medida

Na análise de custo-benefício, considera-se o benefício durante toda a vida útil em termos técnicoeconômicos da medida. Benefícios futuros são convertidos em valores presentes utilizando-se uma taxa de desconto. O valor presente dos benefícios futuros, ou custos futuros, é o valor que atribuímos aos custos ou benefícios de hoje. Várias medidas de segurança viária têm diferentes vidas úteis em termos técnicoeconômicos. A Tabela 6.5 mostra a vida útil técnicoeconômica assumida por diferentes grupos de medidas.

Para algumas medidas, a vida útil varia depende do volume de tráfego. Isso se aplica especialmente à parte das medidas de manutenção viária. A extensão da vida útil varia de cerca de 1 ano até aproximadamente 10 anos. Para essas medidas, o tempo de vida útil é apurado caso a caso, utilizando-se modelos desenvolvidos pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Outras medidas têm efeito apenas enquanto a medida está em uso. Isso se aplica, por exemplo, a campanhas de informação e, de certa forma, ao controle da polícia. Para essas medidas, sua duração e também a de seu impacto, por razões práticas, é definida como igual a um ano. O benefício e o custo da medida surgem, então, no mesmo ano.

O cálculo de rentabilidade do valor presente das medidas é definido em 4,5% ao ano (Ministério das Finanças, Noruega, 2005).

6.3.7 Volume de tráfego e risco em vários tipos de vias, etc.

Em muitas análises de custo-benefício apresentadas neste livro, o seguinte modelo de cálculo foi utilizado para calcular os benefícios de uma medida:

$$\text{Benefício} = \text{Exposição} \cdot \text{Risco} \cdot \text{O efeito da medida} \cdot \text{Custo de Acidentes}$$

O produto da exposição (volume de tráfego, quilometragem) pelo risco indica o número de acidentes ou lesões sobre os quais a medida funciona. O produto da exposição pelo risco e pelo impacto da medida indica o número de acidentes ou ferimentos evitados. Este número multiplicado pelo custo dos acidentes fornece os gastos em acidentes economizados.

Estes cálculos exigem, em outras palavras, que façamos certas suposições sobre exposição e risco para diferentes tipos de via, tipos de veículos e grupos de usuários da via. Como regra geral, presume-se que a exposição e o risco sejam iguais à média desse grupo para o tipo de via, grupos de veículos e grupos de usuários da via. Muitas medidas na rede viária também afetam o nível de velocidade. Para estas medidas, portanto, também são feitas suposições sobre o nível de velocidade média. A Tabela 6.6 resume as suposições feitas para diferentes tipos de via (Erke e Elvik, 2006).

A medição da velocidade existe quase exclusivamente para rodovias nacionais (vias principais). O nível médio de velocidade nas vias públicas é estimado em 60 km/h. Em relação ao veículo, o ponto de partida é o número de veículos envolvidos em acidentes com lesões pessoais registrados pela polícia, calculado em relação ao número de veículos registrados.

TABELA 6.5: VIDA TECNICOECONÔMICA DE DIFERENTES GRUPOS DE MEDIDAS DE SEGURANÇA VIÁRIA.

Grupo de medidas	Vida técnicoeconômica
Medidas de investimento viário	25 anos
Medidas referentes aos veículos	18 anos
Placas de trânsito, pequenas melhorias nas vias	10 anos
Equipamentos automáticos de controle de trânsito	10 anos
Marcações viárias	1-10 anos (dependendo do volume de tráfego)
Recapeamento e novas calçadas	1-10 anos (dependendo do volume de tráfego)
Medidas de manutenção de inverno	1 ano (1 inverno)
Inspeção veicular	1 ano
Medidas de formação de condutores	1-3 anos
Campanhas de informação	1 ano
Controle policial	1 ano

TABELA 6.6: RISCOS ASSUMIDOS, TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO ANUAL E VELOCIDADE MÉDIA EM DIFERENTES TIPOS DE VIA.

Categoria de via	Custos de danos por veículo-km (em milhões de coroas norueguesas)	Acidentes com lesões pessoais por milhão de veículo-km	Média de tráfego diário anual	Velocidade média do trânsito (km/h)
Autoestrada (4 ou mais faixas), 100 km/h (todas)	0,224	0,075	33 000	99
Autoestrada (4 ou mais faixas), 90 km/h (todas)	0,206	0,063	40 000	90
Rodovia duplicada, 90 km/h (todas)	0,752	0,105	9 000	88
Outras rodovias nacionais, 90 km/h (sem cruzamento)	0,763	0,134	1 600	88
Rodovias nacionais, 80 km/h, 2 faixas				78
- sem cruzamentos	0,720	0,143	4 900	
- 1 ou 2 cruzamentos por km	0,764	0,161	2 000	
- 3 ou mais cruzamentos por km	0,814	0,188	3 900	
Rodovias nacionais, 70 km/h, 2 faixas				70
- sem cruzamentos	0,653	0,155	5 000	
- 1 ou 2 cruzamentos por km	0,722	0,181	5 800	
- 3 ou mais cruzamentos por km	0,814	0,205	6 000	
Rodovias nacionais, 60 km/h, 2 faixas				59
- sem cruzamentos	0,609	0,170	5 200	
- 1 ou 2 cruzamentos por km	0,678	0,202	3 200	
- 3 ou mais cruzamentos por km	0,723	0,220	5 300	
Rodovias nacionais, 50 km/h, 2 faixas				52
- sem cruzamentos	0,738	0,253	4 400	
- 1 ou 2 cruzamentos por km	0,890	0,325	3 400	
- 3 ou mais cruzamentos por km	0,981	0,374	4 900	

O risco definido dessa forma representa veículos com quilometragem média anual e risco médio por quilômetro percorrido.

6.4 AS PRIORIDADES DO GOVERNO NA POLÍTICA VIÁRIA: PLANO NACIONAL DE TRANSPORTE

O Plano Nacional de Transporte (NTP) substituiu os antigos planos de longo prazo para os setores rodoviário, marítimo, aéreo e ferroviário. O primeiro NTP foi lançado para o período 2002-2011. O NTP atual (nota do Parlamento n° 16) é referente ao período 2010-2019. O Plano é elaborado para períodos de 10 anos, é revisto a cada quatro anos e inclui todos os setores de transporte (rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo). Os principais objetivos do NTP 2010-2019 são:

1. Melhorar a acessibilidade e reduzir os custos associados à distância para fortalecer a competitividade no mundo dos negócios e ajudar a manter as principais características do padrão de assentamento.

2. A política de transportes deve ser baseada na ideia de que não deve haver acidentes com mortos ou feridos graves no setor de transporte.
3. Ela também deve contribuir para limitar as emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa, reduzir impactos ambientais e ajudar a cumprir as metas nacionais e os acordos internacionais sobre o meio ambiente.
4. O sistema de transporte deve ser projetado universalmente.

O NTP possui um orçamento, entre outros, para medidas de segurança viária. A seleção e a priorização de investimentos em projetos de vias e medidas de segurança viária são elaboradas em parte com base nas análises de custo-benefício. Para a maioria das grandes medidas de segurança viária são realizadas tanto avaliações quanto análises de custo-benefício. Para a maioria das medidas menores são realizadas avaliações, mas não análises de custo-benefício (Elvik e Veisten, 2005). A administração viária preparou um plano de medidas para o período 2010-2013 que se baseia no NTP 2010-2019.

6.5 MEDIDAS ALTERNATIVAS PARA RESOLVER DIFERENTES PROBLEMAS DE SEGURANÇA VIÁRIA

O Manual de Segurança Viária tem como ponto de partida uma sistematização das medidas de segurança viária do qual deriva o sistema de trânsito para o qual elas foram direcionadas inicialmente. No entanto, o ponto de partida para o planejamento de medidas muitas vezes é uma descrição de certos problemas relacionados a acidentes ou outras questões de trânsito. Exemplos da descrição dos problemas são os seguintes:

1. Predominância de certos tipos de acidente:
A partir de análises, pode-se constatar que há certos tipos predominantes de ocorrências no panorama de acidentes, como, por exemplo,

acidentes à noite, em cruzamentos ou colisões traseiras.

2. Grupos de usuários específicos com alto risco de lesões pessoais: Os grupos de usuários que têm maior risco de lesão que os demais incluem pedestres, ciclistas, ciclomotoristas e motociclistas.
3. A insegurança pode ser percebida como particularmente elevada em alguns grupos: Exemplos de grupos que se sentem inseguros ou são vistos como inseguros no trânsito são os de crianças, idosos e deficientes.

Qual medida poderia conceitualmente ajudar a resolver diferentes problemas viários, conforme definidos nos exemplos fornecidos acima? Nesta seção, vamos descrever brevemente as medidas contidas no Manual de Segurança Viária que são mais apropriadas para diferentes tipos de problemas de segurança viária.

TABELA 6.7: MEDIDAS DESTINADAS A DIFERENTES TIPOS DE ACIDENTES.

Tipos de acidentes	Medidas mais atuais
	Medidas destinadas a diferentes tipos de acidentes
Acidentes em cruzamentos	1.5 Canalização no cruzamento, 1.6 Rotatórias, 1.7 Alteração geométrica na forma de cruzamentos, 3.7 Controle de preferências em cruzamentos, 3.9 Controle de semáforo em cruzamentos
Acidentes de saída da pista	1.11 Reparo de vias com inclinação lateral, 1.12 Reparo de terreno adjacente à via, 1.13 Reparo de visibilidade e alinhamento, 1.17 Medidas em curvas horizontais, 3.11 Limites de velocidade, 3.13 Marcação de pavimento (meio fio perfilado), 4.29 Controle eletrônico de estabilidade
Colisão traseira	1.9 Extensão de aceleração e desaceleração em cruzamento desnivelado, 3.13 Marcação de distâncias, 4.5 <i>Brake light</i> na parte superior traseira do veículo, 4.16 Encostos de cabeça nos veículos
Choque	1.11 Reparo de vias com inclinação lateral, 1.15 Barreiras de segurança e atenuadores de impacto, 3.11 Limite de velocidade, 3.16 Regulamentação de mão única, 4.29 Controle eletrônico de estabilidade
Medidas destinadas a fatores de risco nas vias e ambientes de trânsito	
Escuro	1.18 Iluminação da via, 4.8 Melhoria de equipamentos de iluminação dos automóveis, 4.9 Materiais reflexivos e vestuário de proteção
Piso escorregadio	2.3 Melhoria do atrito no pavimento, 2.6 Manutenção de inverno nas vias, 2.7 Manutenção de inverno nas calçadas e áreas de pedestres, 3.11 Limite de velocidade (limite de inverno), 4.1 Requisito para o padrão de profundidade dos sulcos dos pneus, 4.2 Pneus cravejados, 4.29 Controle eletrônico de estabilidade
Alta velocidade	3.11 Limites de velocidade, 3.12 Regulamentação física de velocidade, 8.1 Controles de velocidade estacionária, 8.6 Controle automático da velocidade, 4.29 Controle eletrônico de estabilidade
Risco em áreas residenciais	3.1 Reordenamento da circulação urbana, 3.2 Avenidas principais, 3.4 Via com recreação, 3.11 Limites de velocidade, 3.12 Regulamentação física de velocidade
Medidas destinadas a grupos de usuários com alto risco	
Pedestres	1.1 Passarelas e ciclovias, 1.18 Iluminação de vias, 3.11 Limites de velocidade, 3.14 Regulamentação para pedestres e ciclistas, 4.9 Materiais refletivos e vestuário de proteção
Ciclistas	1.1 Passarelas e ciclovias, 1.18 Iluminação de vias, 3.11 Limites de velocidade, 3.14 Regulamentação para pedestres e ciclistas, 4.8 Materiais refletivos e vestuário de proteção, 4.10 Capacete, 4.25 Equipamento de segurança para bicicletas
Pessoas no ciclomotor e motocicleta	4.6 Luz de condução diurna (drl), 4.8 Materiais refletivos e vestuário de proteção, 4.11 Capacete, 4.21 Regulamentação de força do motor, 4.24 Equipamentos de ciclomotores e motocicletas
Condutores jovens e inexperientes	6.9 Carteira de habilitação graduada e restrições de circulação, 6.10 Sistema de motivação e recompensa em empresas, 8.11 Seguros
Condutores com problemas de alcoolismo	8.8 Regulamentação legal de direção em estado de embriaguez, 8.9 Controle de embriaguez (bafômetro), 8.10 Restrições para condutores condenados por embriaguez, 8.11 Tratamento de condutores condenados por embriaguez, 8.12 Multa e prisão

A Tabela 6.7 mostra quais são as medidas mais adequadas para reduzir vários tipos de acidentes. As listas de medidas não são exaustivas, mas incluem as medidas consideradas mais relevantes hoje em dia. Medidas que estão atualmente em fase experimental são consideradas menos relevantes.

Estes exemplos mostram que, para a grande maioria de problemas comuns de segurança viária, existe a

possibilidade de uma grande variedade de medidas. Para identificar as medidas mais eficazes, é importante considerar uma variedade delas. Algumas são eficazes na maioria dos acidentes ou em uma parte significativa deles e, portanto, serão relevantes em muitos contextos. Isto se aplica aos limites e às várias formas de controle de velocidade, cintos de segurança e controle do uso do cinto de segurança e a todas as medidas que podem afetar o volume de tráfego.

REFERÊNCIAS

- Amundsen, A.H. & Bjørnskau, T. (2003). *Utrygghet og risikokompensasjon i transportsystemet. En kunnskapsoversikt for RISIT-programmet*. TØI rapport 622/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Amundsen, F. H. & Christensen, P. (1973). *Statistisk opplegg og bearbeiding av trafikktekniske effektmålinger*. TØI rapport. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Amundsen, F. H. & Gabestad, K. O. (1990). *Nyttevirkinger av gang- og sykkelveger. Dokumentasjon av dagens kunnskapsnivå*. Rapport 63, 1990. Oslo, Vegdirektoratet, Plan- og anleggsavdelingen og Miljø- og trafikksikkerhetsavdelingen.
- Amundsen, F. H. & Lie, T. (1984). *Utforkjøringer kan begrenses. Temahefte 15 i temaserien Trafikk*. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Amundsen, F. H. & Ranæs, G. (1997). *Trafikkulykker i vegtunneler. En analyse av trafikkulykker fra 1992-96 i vegtunneler på riksvegnettet. Rapportutkast*. Oslo, Vegdirektoratet, Transport og trafikksikkerhetsavdelingen, Transportanalysekontoret.
- Amundsen, F.H. & Engebretsen, A. (2008). *Traffic accidents in road tunnels. An analysis of traffic accidents in tunnels on national roads for the period 2001-2006*. TS Report 7-2008. Oslo: Public Roads Administration.
- Assum, T. & Ingebrigtsen, S. (1990). *Trafikkulykker med alkoholpåvirkede førere 1987 (Road accidents and drivers under the influence of alcohol)*. TØI notat 915. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Assum, T. (2005). *The prevalence and relative risk of drink and drug driving in Norway*. TØI Report 805/2005. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Assum, T. Mathijssen, M.P.M., Houwing, S., Buttress, S.C., Sexton, B., Tunbridge, R.J. & Oliver, J. (2005). *The prevalence of drug driving and relative risk estimations – a study conducted in the Netherlands, Norway and United Kingdom*. Deliverable D-R4.2. Project IMMORTAL, funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 5th Framework Programme.
- Assum, T., Midtland, K. & Opdal, L. (1993). *Bilføreres holdninger og risiko for ulykker*. TØI rapport 223. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- BAST (2008). *Strassenverkehrsunfaelle in Deutschland*.
- Bernhoft, I. M. (2001). *Risiko i trafikken 1997-1999*. Notat 9 2001. Danmarks Transportforskning, Lyngby.
- Bjørnskau, T. & S. Fosser (1996). *Bilisters atferdstilpasning til innføring av vegbelysning. Resultater fra en før- og etterundersøkelse på E-18 i Aust-Agder*. TØI Report 332. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Bjørnskau, T. (1988). *Risiko i persontransport på veg*. TØI-rapport 0002. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (1994A). *Spillteori, trafikk og ulykker. En teori om interaksjon i trafikken*. TØI rapport 287. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (1994B). *Hypoteser om atferdstilpasning (risikokompensasjon)*. Arbeidsdokument TST/0512/94. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2004). *Trygghet i transport. Oppfatninger av trygghet ved bruk av ulike transportmidler*. TØI-rapport 702, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (2008). *Risiko i vegtrafikken 2005-2007 (Road traffic risk in Norway 2005-2007)*. TØI-rapport 986/2008. Oslo: Institute of Transport economics.
- Boadway, R.W. & N. Bruce. (1984). *Welfare economics*. Blackwell, Oxford.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T. & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Chichester, John Wiley and Sons.
- Borger, A. (1991). *Underrapportering av trafikkulykker*. TØI notat 975. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Borger, A. (1995). *Underrapportering av trafikkulykker. Metaanalyse av rapporteringsgrad*. Arbeidsdokument TST/0690/95. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Borger, A., Fosser, S., Ingebrigtsen, S. & Sætermo, I-A. (1995). *Underrapportering av trafikkulykker*. TØI rapport 318. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bortkiewicz, L. von. (1898). *Das Gesetz der kleinen Zahlen (The law of small numbers)*. B. G. Teubner, Leipzig.
- Brems, C. & Munch, K. (2008). *Risiko i trafikken 2000-2007*. Rapport 2:2008. Lyngby: DTU Transport.
- Brodsky, H. & A. S. Hakkert (1988). Risk of a road accident in rainy weather. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 161-176.
- Broughton, J. (1988). *The variation of car drivers' accident risk with age*. Research report 135. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Broughton, J. (1996). Further aspects of the British index of secondary car safety. *Accident Analysis & Prevention*, **28(6)**, 791-798.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1993). Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved. How well do they fit? *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 499-509.
- Brun, W. (1991). *Opplever vi trafikken som farlig? Trafikkrisiko sett i lys av kognitiv bedømmingspsykologi*. *Tidsskrift for samfunnsforskning*, **32**, 417-430.
- Brun, W. (1995). *Subjective conceptions of risk and uncertainty*. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor Philosophiae. Department of Psychosocial Science, Faculty of Psychology, University of Bergen, Bergen.
- Campbell, D. T. & Stanley, J. A. (1996). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago, RandMcNally.
- Chiduo, C. W. & P. Minja. (2001). Road safety in Tanzania: What are the problems? *First Road Transportation Technology Transfer Conference in Africa*. Conference Proceedings, 220-233.

- Christensen, P. (2003). *Topics in meta-analysis*. Report 692/2003. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Cirillo, J. A. (1968). Interstate System Accident Research Study II, Interim Report II. *Public Roads*, **35**, 71-75.
- Cook, T. D. & D. T. Campbell (1979). *Quasi-Experimentation. Design and Analysis Issues for Field Settings*. RandMcNally, Chicago.
- Cooper, H. & L. V. Hedges (Eds) (1994). *The Handbook of Research Synthesis*. Russell Sage Foundation, New York, NY.
- Cresswell, W. L. & P. Froggatt. (1963). *The causation of bus driver accidents. En epidemiological study*. Oxford University Press, London.
- Crossen, C. (1994). *Tainted Truth. The Manipulation of Fact in America*. Simon and Schuster, New York, NY.
- Dasgupta, A. K. & D. W. Pearce. (1972). *Cost-benefit analysis: Theory and practice*. Macmillan, London.
- Dean, J. M., J. C. Reading & P. J. Nechodom (1995). Overreporting and Measured Effectiveness of Seat Belts in Motor Vehicle Crashes in Utah. *Transportation Research Record*, **1485**, 186-191.
- Diamantopoulou, K., Skalova, M., Dyte, D. & Cameron, M. (1996). *Crash risks of road user groups in Victoria*. Report 88. Monash University Accident Research Centre, Melbourne.
- Elvik, R. & A. B. Mysen. (1999). Incomplete accident reporting. Meta-analysis of studies made in 13 countries. *Transportation Research Record*, **1665**, 133-140.
- Elvik, R. & Amundsen, A. H. (2000). *Improving road safety in Sweden. Main report*. Report 490. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. & Bjørnskau, T. (2005). How accurately does the public perceive differences in transport risks? An exploratory analysis of scales representing perceived risk. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 1005-1011.
- Elvik, R. & R. Muskaug (1994). *Konsekvensanalyser og trafikksikkerhet*. TØI Report 281. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. & T. Vaa (1990). *Human factors, road accident data and information technology*. Report 67. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. & Vaa, T. (2004). *Handbook of road safety measures*. Amsterdam: Elsevier.
- Elvik, R. (1988A). *Tolkening og fornyet analyse av undersøkelser om den ulykkesreducerende virkning av trafikksikkerhetstiltak*. Arbeidsdokument TS/0012/88. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1991). *Hva koster ulykkene samfunnet?* TØI rapport 100. Oslo, Transportøkonomisk institutt og Skadeforebyggende Forum.
- Elvik, R. (1991B). *Ulykkest teori. Historisk utvikling og status i dag*. Metode-teori rapport 6. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (1993). *Hvor rasjonell er trafikksikkerhetspolitikken?* TØI rapport 175. Oslo, Transportøkonomisk institutt .
- Elvik, R. (1993B). Økonomisk verdsetting av velferdstap ved trafikkkulykker. TØI-Report 203. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (1994A). *Metaanalyse av effektmålinger av trafikksikkerhetstiltak*. TØI rapport 232. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1994B). *Reviderte anslag for syklisters risiko ved sykling på ulike vegtyper*. Arbeidsdokument TST/0543/94. Oslo, transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1995) A Meta-Analysis of Evaluations of Public Lighting as an Accident Countermeasure. *Transportation Research Record*, **1485**, 112-123.
- Elvik, R. (1995A). An analysis of official economic valuations of traffic accident fatalities in 20 motorized countries. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 237-247.
- Elvik, R. (1995B). The validity of using health state indexes in measuring the consequences of traffic injury for public health. *Social Science and Medicine*, **40**, 1385-1398.
- Elvik, R. (1995C). *Resultater av brukerundersøkelsen av Trafikksikkerhetsbåndboken*. Arbeidsdokument TST/0686/95. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1996). *Trafikanter eksponering og risiko i vegtrafikk*. Arbeidsdokument TST/0775/96. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (1997A). Evaluations of road accident blackspot treatment: A Case of the Iron Law of evaluation studies? *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 191-199.
- Elvik, R. (1997B). *A Framework for Cost-Benefit Analysis of the Dutch Road Safety Plan*. Draft Report. Leidschendam and Oslo, SWOV Institute for Road Safety Research and Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (1997C). *Vegtrafikkløvgivning, kontroll og sanksjoner. Potensialet for å bedre trafikksikkerheten og nyttekostnadsvurdering av ulike tiltak*. TØI notat 1073. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1998). *Trafikksikkerhet: Statistiske metoder i praktiske ulykkesbekjempelse*. Innlegg ved seminar IIA ved TØIs markering av 30-års jubileum og flytting til nye lokaler. Arbeidsdokument TST/0074/88. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1999). Can injury prevention efforts go too far? Reflections on some possible implications of Vision Zero for road accident fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, **31**, 265-286.
- Elvik, R. (1999A). *Assessing the validity of evaluation research by means of meta-analysis*. Report 430. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. (1999B). The effects on accidents of studded tires and laws banning their use: a meta-analysis of evaluation studies. *Accident Analysis and Prevention*, **31**, 125-134.

- Elvik, R. (2001A). *Quantified road safety targets. An assessment of evaluation methodology*. Report 539. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. (2001B). Cost-benefit analysis of road safety measures: applicability and controversies. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 9-17.
- Elvik, R. (2001C). Improving road safety in Norway and Sweden: analysing the efficiency of policy priorities. *Traffic Engineering and Control*, **42**, 9-16.
- Elvik, R. (2002). The importance of confounding in observational before-and-after studies of road safety measures. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 631-635.
- Elvik, R. (2004). To what extent can theory account for the findings of road safety evaluation studies? *Accident Analysis & Prevention*, **36**, 841-849.
- Elvik, R. (2005A). *Has progress in improving road safety come to stop?* TØI rapport 792/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2005B). Introductory guide to systematic reviews and meta-analysis. *Transportation Research Record*, **1908**, 230-235, 2005.
- Elvik, R. (2005C). *A catalogue of risks of accidental death in various activities*. Arbeidsdokument SM/1661/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2007). *Utsiktene til å bedre trafikksikkerheten i Norge*. TØI-rapport 897/2007. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2008A). Criteria for causal inference: lessons from epidemiology applied to safety evaluation. *Paper prepared for Workshop on Future Directions in Highway Crash Data Modeling, Washington D. C.* November 20-21, 2008.
- Elvik, R. (2008B). *Cost-benefit analysis*. Text prepared for ERSO website (ERSO = European Road Safety Observatory). Available at www.erso.eu.
- Elvik, R. (2009). Potensmodellen for sammenhengen mellom fart og trafikksikkerhet. En oppdatering. TØI-rapport 1034/2009. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2012). The range of replications technique for assessing the external validity of road safety evaluation studies. *Accident Analysis and Prevention*, **45**, 272-280.
- Elvik, R., Hammer, F., Johansen, K. W. & Minken, H. (1994). *Usikkerhet knyttet til enbetskostnader for ikke markedsomsatte varer i kjørekostnadsberegninger*. Arbeidsdokument TØ/694/94. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., Kolbenstvedt, M., Elvebakk, B., Hervik, A., & Bræin, L. (2009). Costs and benefits to Sweden of Swedish road safety research. *Accident Analysis & Prevention*, **41(3)**, 387-392.
- Elvik, R., Mysen, A.B. & Vaa, T. (1997). *Trafikksikkerhetsåndboken (Handbook of road safety measures)*. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R., T. Vaa & E. Østvik (1989). *Trafikksikkerhetsåndbok. Revidert utgave*. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elwood, J. M. (1988). *Causal Relationships in Medicine. A Practical System for Critical Appraisal*. Oxford, Oxford University Press.
- Eriksen, K. S. & I. B. Hovi (1995). *Transportmidlenes marginale kostnadsansvar*. TØI notat 1019. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Eriksen, K. S., M. Killi and H. Minken. (1994). *Samfunnsøkonomiske analyser*. TØI-Report 242. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Erke, A. & Elvik, R. (2006). *Effekt katalog for trafikksikkerhetstiltak (Road safety measures: A catalogue of estimated effects)*. TØI-Report 851/2006. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Evans, L. (1985). Human Behavior Feedback and Traffic Safety. *Human Factors*, **27**, 555-576.
- Evans, L. (1991). *Traffic Safety and the Driver*, VanNostrand Reinhold, New York, NY.
- Evans, L. (1996). Safety-belt effectiveness: the influence of crash severity and selective recruitment. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 423-433.
- Evans, W. L. & J. D. Graham (1991). Risk Reduction or Risk Compensation? The Case of Mandatory Safety-Belt Use Laws. *Journal of Risk and Uncertainty*, **5**, 61-73.
- Finansdepartementet (2005). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*. http://www.regjeringen.no/upload/kilde/fin/reg/2005/0029/ddd/pdfv/266324-veileder_i_samfunnsok_analyse_trykktet.pdf
- Fleiss, J. L. (1981). *Statistical Methods for Rates and Proportions. Second Edition*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Fontaine, H. (1988). Usage de l'automobile et risqué d'accident. *Recherche Transports Sécurité*, No **20**, **Decembre 1988**, 5-12.
- Forbes, T. W. (1939). The normal automobile driver as a traffic problem. *Journal of General Psychology*, **20**, 471-474.
- Forsyth, E., G. Maycock & B. Sexton (1995). *Cohort study of learner and novice drivers: Part 3, accidents, offences and driving experience in the first three years of driving*. Project Report 111. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Fosser, S. & Elvik, R. (1996). *Dødsrisiko i vegtrafikken og i andre aktiviteter*. TØI notat 1038. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S., F. Sagberg & I.-A. Sætermo (1996). *Atferdstilpasning til kollisjonsputer og blokkeringsfrie bremses*. TØI Report 335. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Fridstrøm, L. & S. Ingebrigtsen (1991). An aggregate accident model based on pooled, regional time-series data. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 363-378.
- Fridstrøm, L. (1999). *Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions. Volume II*. TØI report 457. Institute of Transport Economics, Oslo.

- Fridstrøm, L., Ifver, J., Ingebrigtsen, S., Kulmala & Thomsen, L.K. (1993). *Explaining the variation in road accident counts*. Report Nord 1993:35. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Fridstrøm, L., Ifver, J., Ingebrigtsen, S., Kulmala & Thomsen, L.K. (1995). Measuring the contribution of randomness, exposure, weather, and daylight to the variation in road accident counts. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 1-20.
- Fyhri, A. (2002). *Barns reiser til skolen. En spørreundersøkelse om reisevaner og trafiksikkerhet på skoleveien*. TØI-Rapport 616/2002. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Gaudry, M. & S. Lassarre, S. (Eds) (2000): *Structural road accident models. The international DRAG family*. Pergamon Press, Oxford.
- Girasek, D. C. (2001). Public beliefs about the preventability of unintentional injury deaths. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 455-465.
- Glad, A. (1985). *Omfanget av og variasjonen i promillekjøringen. Reviderte resultater fra en landsomfattende promilleundersøkelse i 1981-82 (Amount and variation of drink driving. Updated results from a national study of drink driving in 1981-82)*. TØI notat 740. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Graham, J. D. (1982). On Wilde's theory of risk homeostasis. *Risk Analysis*, **2**, 235-237.
- Gramlich, E. M. (1990). *A guide to benefit-cost analysis. Second edition*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Greenwood, M & G. U. Yule (1920). An inquiry into the nature of frequency distributions representative of multiple happenings, with particular reference to the occurrence of multiple attacks of disease or repeated accidents. *Journal of the Royal Statistical Society*, **83**, 255-279.
- Greibe, P. & Hemdorff, S. (2001). *Håndbog i trafiksikkerhedsberegninger*. Rapport 220. København: Vejdirektoratet.
- Grime, G. (1987). *Handbook of road safety research*. London, Butterworths.
- Guldvog, B., Thorgersen, A. & Ueland, Ø. (1992). *Ulykker, vold og selvpåført skade. Personskaderapport*. Rapport nr 1/92. Seksjon for forebyggende og helsefremmende arbeid. Oslo, Statens Institutt for Folkehelse.
- Hagen, K-E. (1993). *Samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafiksikkerhetstiltak*. TØI rapport 182. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hagen, K-E. (1995). Gateulykker - et forsømt område for ulykkesforebygging i Norge? I Elvik, R.; Lund, J. (Red): *Kostnader til skadeforebygging, Innlegg presentert på seminar på Vette Hotell*, Asker, 28. og 29. august 1995, 15-22. TØI notat 1012. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hagen, K-E. (1997). *Rullering av skadedelen i samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafiksikkerhetstiltak (SRT) for 1995*. Arbeidsdokument TST/0823/97. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Haight, F. A. (1980). What causes accidents? – a semantic analysis. In Evans, L. (Ed): *Accident Causation*, 51-54. Report SP-461. Society of Automotive Engineers. Warrendale, PA.
- Haight, F. A. (1986). Risk, especially risk of traffic accident. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 359-366.
- Haldorsen, I. (2007). *Dybdeanalyser i vegtrafikken – nasjonal årsrapport for ulykkesanalysegruppens arbeid i 2006*. TS Rapport nr. 09/2007. Statens vegvesen, Veg- og trafikkavdelingen, Trafiksikkerhetsseksjonen.
- Hanley, N. & C. L. Spash. (1993). *Cost-benefit analysis and the environment*. Edward Elgar, Aldershot.
- Harkey, D. L., Robertson, H. D. & Davis, S. E. (1990). Assessment of current speed zoning criteria. *Transportation Research Record*, **1281**, 40-51.
- Harms, P. L. (1992). *Crash injury investigation and injury mechanisms in road traffic accidents. State-of-the-art review*. London, Her Majesty's Stationary Office, 1992 (on behalf of the Transport Research Laboratory).
- Hauer, E. & A. S. Hakkert. (1988). Extent and Some Implications of Incomplete Accident Reporting. *Transportation Research Record*, **1185**, 1-10.
- Hauer, E. (1988). A Case for Science-Based Road Safety Design and Management. Paper presented at the conference "Highway Safety: At the Crossroads", San Antonio, Texas, March 1988. Proceedings published by American Society of Civil Engineers.
- Hauer, E. (1991). The behaviour of public bodies and the delivery of road safety. In Koornstra, M. J.; Christensen, J. (Eds): *Enforcement and Rewarding. Strategies and Effects, Proceedings of the International Road Safety Symposium in Copenhagen*, Denmark, September 19-21, 1990, 134-138. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Hauer, E. (1992). Empirical bayes approach to the estimation of "unsafety": The multivariate regression method. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 457-477.
- Hauer, E. (1994). Can one estimate the value of life or is it better to be dead than stuck in traffic? *Transportation Research*, series A, **28**, 109-118.
- Hauer, E. (1995). On exposure and accident rate. *Traffic Engineering and Control*, **36**, 134-138.
- Hauer, E. (1997). *Observational Before-After Studies in Road Safety*. Pergamon, Oxford.
- Hauer, E. (2002). *Fishing for safety information in the murky waters of research reports*. Paper prepared for session 539, critically assessing the results of safety studies, Annual Meeting of Transportation Research Board, January 13-17, Washington DC.
- Hauer, E. (2009). Speed and safety. Paper presented at 2009 Annual Meeting of the Transportation Research Board. 2009 TRB CD Rom.
- Haukeland, J.V. (1994). Om å sette pris på livet. *Samferdsel*, Mai 1994, 28-29.
- Hautzinger, H., B. Tassaux-Becker & R. Hamacher. (1996). *Verkehrsunfallsrisiko in Deutschland*. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 58, Bergisch-Gladbach.
- Hennekens, C. H. & Buring, J. E. (1987). *Epidemiology in Medicine*. Boston, Mass, Little, Brown and Co.
- Howarth, C. I. (1988). The relationship between objective risk, subjective risk and behaviour. *Ergonomics*, **31**, 527-535.

- Hoyes, T. W. & A. I. Glendon (1993). Risk homeostasis: issues for future research. *Safety Science*, **16**, 19-33.
- Hunter, J. E. & Schmidt, F. L. (1990). *Methods of Meta-Analysis. Correcting Error and Bias in Research Findings*. Newbury Park, Ca, Sage Publications.
- Hurst, P. M., D. Harte & W. J. Frith. (1994). The Grand Rapids dip revisited. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 647-654.
- Hutchinson, T. P. (1984). Medical statistics on road accident injury in several countries. In Yagar, S. (Ed): *Transport Risk Assessment*, 43-76. University of Waterloo Press, Waterloo, Ontario.
- Hvoslef, H. (1976). *Sommertid gir færre trafikulykker*. Manuskript 1976. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Hvoslef, H. (1980). *Risikoanalyse av trafikksystemet i Haugesund 1970-76. En analyse av trafikulykker og trafikkrisiko*. Arbeidsdokument 30.9.1980 (prosjekt 4237, blandingstrafikk-gater). Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hvoslef, H. (1994). *Under-reporting of road traffic accidents recorded by the police, at the international level*. Paper prepared for IRTAD. OECD, Paris.
- Hvoslef, H. (1995). *Ulykkesfrekvenser som foreslås benyttet i vegplanlegging for bruer og tunneler*. Notat datert 5. januar 1995, Vegdirektoratet, Trafikksikkerhetskontoret.
- Hvoslef, H. (1996). *Trafiksäkerheten - kan den bli bättre? Vad händer när trafiken ökar?* I Nordiska trafiksäkerhetsdagar 1995, 73-83. Rapport TemaNord 1996:511. Köbenhavn, Nordisk Ministerråd.
- Hvoslef, H. (1997). *Ulykkes- og risikoutviklingen i Norge siden 1980*. Notat av 9. april 1997. Oslo, Vegdirektoratet, Konsernstab for kvalitetssikring av trafikksikkerhet og miljø.
- International Road Federation (IRF) (2008). *World Road Statistics 2008. Data 2001-2006*. Geneva, International Road Federation.
- Ivey, D., Griffin, L., Newton, T., Lytten, R. & Hankins, K. (1981). Predicting wet weather accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **13**, 83-99
- James, H. F. (1991). Under-reporting of road traffic accidents. *Traffic Engineering and Control*, **32**, 574-583.
- Johansson, Ö. (2008). *A new method for assessing the risk of accidents associated with darkness*. Unpublished manuscript. Swedish National Roads Administration, Borlänge.
- Johansson, Ö., Wanvik, P. O., & Elvik, R. (2009). A new method for assessing the risk of accident associated with darkness. *Accident Analysis & Prevention*, **41**(4), 809-815.
- Johansson, P-O. (1991). *An introduction to modern welfare economics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Johansson, R. & Naeslund, A-L. (1986). *Upplevd och verklig olycksrisk - möjligheter till påverkan*. TFB-rapport 1986:18. Stockholm, Transportforskningsberedningen.
- Joksche, H. C. (1975). A critical appraisal of the applicability of cost-benefit analysis to highway traffic safety. *Accident Analysis and Prevention*, **7**, 133-153.
- Jonah, B. A. (1996). *Sensation Seeking and Risky Driving: A Review and Synthesis of the Literature*. Paper presented at the International Conference on Traffic and Transport Psychology, Valencia, Spain, May 22-25.
- Jørgensen, E. (1981). *Sikkerhedsmæssig effekt. Vejledning for vejbestyrelser*. Næstved, Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger.
- Keall, M. D., Frith, W. J., Patterson, T. L. (2004). The influence of alcohol, age and number of passengers on the night-time risk of driver fatal injury in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 49-61.
- Ketvirtis, A. (1977). *Road Illumination and Traffic Safety*. Prepared for Road and Motor Vehicle Traffic Safety Branch, Transport Canada. Ottawa, Transport Canada,
- Killi, M. (1999). *Anbefalte tidsverdier i persontransport*. TØI-rapport nr. 459/1999. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Kleinbaum, D. G., L. L. Kupper, & H. Morgenstern, (1982). *Epidemiologic Research. Principles and Quantitative Methods*. Van Nostrand Reinhold, New York, NY.
- Kloeden, C. N., Ponte, G. & McLean, A. J. (2001). *Traveling speed and the risk of crash involvement on rural roads*. Report CR 204. Road Accident Research Unit, Adelaide University.
- Köhler, U. (1990). *Analysis of safety regarding public and individual transport*. Paper presented at the conference "Road safety and traffic environment in Europe", September 26-28 Gothenburg, Sweden.
- Kolbenstvedt, M., Elvik, R., Elvebakk, B., Hervik, A. & Braein, L. (2007). *Effects of Swedish traffic safety research 1971-2004*. VINNOVA Analysis VA 2007:10. VINNOVA – Verket for Innovationssystem / Swedish Governmental Agency for Innovation Systems.
- Költzow, K. (1986). *Omsorgsangst! Et begrep som gjør livsverdier synlige*. Hovedoppgave del 2. Sosialpedagogikk. Pedagogisk institutt, Universitetet i Oslo.
- Kommunikasjonsdepartementet. (1996). *Nollvisionen. En rapport från två trafiksäkerhetsdagar nittonhundranittiosex*. Stockholm.
- Kostnadsberegningutvalget (1997). *Utkast til rapport om nyttekostnadsanalyser*. Oslo, Finansdepartementet.
- Krenk, F. (1985). *Metoder og resultater i den koordinerede ubeldsstatistik 1978-82*. Report 27. Vejdatalaboratoriet, Herlev.
- Langley, J. (1988). The need to discontinue the use of the term "accident" when referring to unintentional injury events. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 1-8.
- Layard, R. & S. Glaister (Eds). (1994). *Cost-Benefit Analysis. Second edition*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Leyland, J., Tumwiine, F. & J. M. Wanume. (2001). Road safety activities in a road maintenance project: The case of the Western Uganda maintenance capacity building project. *First Road Transportation Technology Transfer Conference in Africa*. Conference Proceedings, 247-255.

- Lipsey, M. W. & D. B. Wilson (2001). *Practical meta-analysis*. Applied social research methods series, volume 49. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
- Little, J. W. (1971). Uncertainties in evaluating periodic motor vehicle inspection by death rates. *Accident Analysis and Prevention*, **3**, 301-313.
- Lund, A. K. & P. L. Zador. (1984). Mandatory belt use and driver risk taking. *Risk Analysis*, **4**, 41-53.
- Lund, J., Bjerkedal, T. (2001). Permanent impairments, disabilities and disability pensions related to accidents in Norway. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 19-30.
- Lyles, R.W., Lighthizer, D.R., Drakopoulos, A. & Woods, S. (1986). Efficacy of Jurisdiction-Wide Traffic Control Device Upgrading. *Transportation Research Record*, **1068**, 34-41.
- Madzikigwa, B. B. (2001). The different nature of accidents in the urban, village and rural areas of Botswana. *First Road Transportation Technology Transfer Conference in Africa*. Conference Proceedings, 203-219.
- Massie, D. L., Green, P.E. & Campbell, K.L. (1997). Crash involvement rates by driver gender and the role of average annual mileage. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 675-685.
- Mathijssen, M. P. M. (2005). Drink driving policy and road safety in the Netherlands: a retrospective analysis. *Transportation Research Part E*, **41**, 395-408.
- Mattsson, B. (1991). *Sambällsekonisk beräkningsmetod. Bilaga 1 till Sambällsekonisk prioritering av trafiksäkerhetsåtgärder*. TFB&VTI forskning/research 7:1, 1991. Stockholm og Linköping, Transportforskningsberedningen og Statens Väg- och Trafikinstitut.
- McKenna, F. P. (1985). Do safety measures really work? An examination of risk homeostasis theory. *Ergonomics*, **28**, 489-498.
- McKenna, F. P. (1988). What role should the concept of risk play in theories of accident involvement? *Ergonomics*, **31**, 449-464.
- Mercer, G. W. (1989). Traffic accidents and convictions: group totals versus rate per kilometre driven. *Risk Analysis*, **9**, 71-77.
- Ministry of Justice, Norway. (1962). Parliamentary report 83, 1961-62. *On measures to promote road safety*. (in Norwegian). Oslo.
- Ministry of Transport and Communications (1997). *En route to a society with safe road traffic*. Selected extract from Memorandum prepared by the Swedish Ministry of Transport and Communications. Memorandum, DS 1997:13.
- Mishan, E. J. (1988). *Cost-benefit analysis. An informal introduction. Fourth edition*. Unwin Hyman, London.
- Moe, D. & Jenssen, G. D. (1990). *Unge førere, risikotaking og pedagogiske konsekvenser*. Rapport STF63 A90007. Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk.
- Mohr, L. B. (1992). *Impact Analysis for Program Evaluation*. Newbury Park, Ca, Sage Publications.
- Mountain, L. & Fawaz, B. (1992). The effects of engineering measures on safety at adjacent sites. *Traffic Engineering and Control*, **33**, 15-22.
- Munden, J. M. (1967). *The relation between a driver's speed and his accident rate*. RRL Report LR 88. Crowthorne, Berkshire, Road Research Laboratory.
- Murray, C. J. L. & A. D. Lopez. (1996). *The Global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020*. Harvard University Press, Baltimore, MD.
- Nilsson, G. (2002). *The three dimensions of exposure, risk and consequence*. Unpublished manuscript. Swedish national road and transport research institute, Linköping.
- Nordquist, S. (1988). *Road safety technology*. STU Information no 667-1988. Stockholm, Styrelsen för teknisk utveckling (STU).
- OECD (1981). *Methods for evaluating road safety measures*. Paris, OECD, Road Research Group.
- Oppe, S. (1991A). The development of traffic and traffic safety in six developed countries. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 401-412.
- Oppe, S. (1991B). Development of traffic and traffic safety: global trends and incidental fluctuations. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 413-422.
- Pajunen, K. (1993). Safety of traffic compared to other human activities. In *Proceedings of 6th ICTCT Workshop*, Salzburg, Austria, October 1993, 93-97. Wien, Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Partyka, S. C. (1979). Fatal accidents in the first fifteen months of the National Crash Severity Study. *Proceedings of Twenty-Third Conference of the American Association for Automotive Medicine* (77-89), Louisville, KY, October 3-6, 1979.
- Pasanen, E. (1996). Bicycle/car-accidents at crossings. *Proceedings of the Conference Road Safety in Europe*, Birmingham, United Kingdom, September 9-11, 1996, **Vol 7A, Part 1**, 133-143. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- Pedersen, T. O., R. Elvik & K. Berard-Andersen. (1982). *Trafiksikkerhetsbåndbok*. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Perchonok, K., Ranney, T. A., Baum S., Morris, D. F. & Eppich, J. D. (1978). *Hazardous Effects of Highway Features and Roadside Objects*. Volume 2: Findings. Report FHWA-RD-78-202. Washington, US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Perrow, C. (1984). *Normal accidents. Living with High-Risk Technologies*. New York, NY, Basic Books.
- Petitti, D. B. (2000). *Meta-analysis, decision analysis, and cost-effectiveness analysis*. Second edition. Oxford University Press, New York, NY.
- Pihlak, I. & D. Antov. (2001). Traffic safety comparison of some post-socialist and high-developed countries. Paper presented at conference *Road Safety on Three Continents*, Moscow, September 2001.
- Poppe, F. (1993). *Verkeersrisico's in Nederland. 1. De cijfers*. SWOV Report R-93-57. 2. Verantwoording. SWOV Report R-93-58. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.

- Popper, K. R. (1979). *Objective Knowledge. An Evolutionary Approach. Revised Edition*. Oxford University Press, Oxford.
- Ragnøy, A. (1989). *Trafikksikkerhet og drengsalfalt*. Arbeidsdokument TST/0143/89. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Ragnøy, A. (1994). *Modell for beregning av kjoret yers drivstofforbruk*. Arbeidsdokument TST/0591/94. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Ramjerdi, F., Rand, L., Sætermo, L., I.-A.R. & S elensminde, K. (1997). *The Norwegian Value of time study*. Part I and II. T I report 279/1997. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Richardson, J., Kim, K., Li, L. & Nitz, L. (1996). Patterns of motor vehicle crash involvement by driver age and sex in Hawaii. *Journal of Safety Research*, **27**, 117-125.
- Romano, E., Kelley-Baker, T. & Voas, R.B. (2008). Female involvement in fatal crashes: increasingly riskier or increasingly exposed? *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 1781-1788.
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-Analytic Procedures for Social Research*. Applied Social Research Methods Series Volume 6. Sage Publications, Newbury Park, CA.
- Rosenthal, R. (1994). Parametric measures of effect size. In Cooper, H.; Hedges, L. V. (Eds) *The Handbook of Research Synthesis*, 231-244. Russell Sage Foundation, New York, NY.
- Rossi, P. H. & H. E. Freeman. (1985). *Evaluation. A Systematic Approach*. Third Edition. Sage Publications, Beverly Hills, Ca.
- Rumar, K. (1985). The role of perceptual and cognitive filters in observed behavior. In Evans, L.; Schwing, R. C. (Eds): *Human Behavior and Traffic Safety*, 151-170. New York, NY, Plenum Press.
- Rumar, K. (1988). Collective risk but individual safety. *Ergonomics*, **31**, 507-518.
- Russell, D.F. (1987). *Individual risk statistics for Great Britain (1980-84)*. Research Report 2. Environmental Risk Assessment Unit, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich.
- S elensminde, K. & F. Hammer. (1994). *Verdsetting av miljøgoder ved bruk av samvalganalyse. Hovedunders kelse*. TØI Report 251. Oslo: Institute of Transport Economics.
- S elensminde, K. (2001). *Verdsetting av trafikksikkerhet i ulike lands nytte-kostnadsanalyser*. Arbeidsdokument SM/1352/01. Oslo: Institute of Transport Economics.
- S elensminde, K. (2002). *Gang- og sykkelvegnett i norske byer. Nytte- og kostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk*. TØI-rapport 567/2002. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- S elensminde, K. (2004). *Metodikk for nytte-kostnadsanalyse av tiltak for gående og syklende*. Arbeidsdokument SM/1570/2004. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F., S. Fosser, & I.-A. Sætermo. (1997). An investigation of behavioural adaptation to airbags and antilock brakes among taxi drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 293-302.
- Sakshaug, K. & Johannessen, S. (2005). *Revisjon av håndbok 115 "Analyse av ulykkessteder": Verdier for normal ulykkesfrekvens og skadekostnad ved normal og god standard*. SINTEF notat datert 2005-05-03. Trondheim, SINTEF teknologi og samfunn, transportsikkerhet og -informatikk.
- Sakshaug, K. & T. Vaa. (1995). *Salting og trafikksikkerhet. Saltingens effekt på ulykker og kjorefart*. Report. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Samstad, H. & Killi, M. (2005). *Nyttekostnadsanalyse i transportsektoren. parametre, enhetskostnader og indekser*. TØI rapport 797/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Samstad, H., Killi, M. & Hagman, R. (2005). *Transport cost-benefit analysis: Parameters, unit costs and indices*. T I Report 797/2005. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Sassone, P. G. & W. A. Schaffer. (1978). *Cost-benefit analysis. A handbook*. Academic Press, New York, NY.
- Satterthwaite, S. P. (1976). An assessment of seasonal and weather effects on the frequency of road accidents in California. *Accident Analysis and Prevention*, **8**, 87-96.
- Schioldborg, P. (1979). *Fotgjenger og bilf rer - to forskjellige verdener?* Psykologisk institutt, Universitetet i Oslo.
- Shadish, W. R. & C. K. Haddock. (1994). Combining estimates of effect size. In Cooper, H.; Hedges, L. V. (Eds): *The Handbook of Research Synthesis*, Chapter 18, 261-281. Russell Sage Foundation, New York, NY.
- Shaw, L. & H. S. Sichel. (1971). *Accident proneness. Research in the occurrence, causation and prevention of road accidents*. Pergamon Press, Oxford.
- Sherretz, L. A. & B. C. Farhar. (1978). An Analysis of the Relationship Between Rainfall and the Occurrence of Traffic Accidents. *Journal of Applied Meteorology*, **17**, 711-715.
- Shin, K. & Washington, S. (2007). The impact of red light cameras on safety in Arizona. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 1212-1221.
- Siljanov, V. V. (2001). The first federal programme for ensuring road traffic safety in Russia. Paper presented at conference *Road Safety on Three Continents*, Moscow, September 2001.
- Skadeforebyggende forum (1996). *Et tryggere Norge - veien videre*. Skadeforebyggende forums  rskonferanse og  rsm te i Oslo, 24. april 1996. Oslo, Skadeforebyggende forum.
- Slovic, P. & B. Fischhoff. (1982). Targeting risks. *Risk Analysis*, **2**, 227-234.
- Smeed, R. J. (1949). Some statistical aspects of road safety research. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, **1**, 1-34.
- Solomon, D. R. (1964). *Accidents on Main Rural highways related to Speed, Driver and Vehicle*. US Department of Commerce, Federal Bureau of Highways, Washington DC.
- Statens forurensningstilsyn (1993). *Utslipp fra veitrafikken i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater*. SFT Rapport 93:12. Oslo, Statens forurensningstilsyn.

- Statens naturvårdsverk (1987). *Hastighetens inverkan på vägtrafikbullen och bilavgaser*. PM 1987-01-21. Studsvik, Statens naturvårdsverk, Tekniska avdelningen, Trafikenheten.
- Sugden, R. & A. Williams. (1978). *The principles of practical cost-benefit analysis*. Oxford University Press, Oxford.
- Summala, H. (1988). Risk control is not risk adjustment: the zero-risk theory of driver behaviour and its implications. *Ergonomics*, **31**, 491-506.
- SWOV (2007). *SWOV fact sheet Het meten van de (on)veiligheid van wegen*.
- SWOV (2008). *Slachtoffers / reizigerskilometers (mld)*. <http://www.swov.nl/cognos/cgi-bin/ppdscgi.exe?DC=Q&E=/Nederlands/Risico/Slachtoffers%20per%20miljard%20reizigerskilometers> (last accessed 03. March 2009).
- Tarrants, W. E. & Veigel, C. H. (1977). *The Evaluation of Highway Traffic Safety Programs. A Manual for Managers*. Washington DC, US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Tavris, D.R., Kuhn, E.M. & Layde, P.M. (2001). Age and gender patterns in motor vehicle crash injuries. importance of type of crash and occupant role. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 167-172.
- Tegnér, G.; Loncar-Lucassi, V. M. (1996). *Tidsseriemodeller över trafik- och olycksutvecklingen. Mätning och analys av Dennispaketets verkliga effekter*. Transek AB, Stockholm.
- Thulin, H. & G. Nilsson. (1994). *Vägtrafik. Exponering, skaderisker och skadekonsekvenser för olika färdstätt och åldersgrupper*. VTI-Report 390. Väg- og transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Thulin, H. (1991). *Trafikantgruppers skadetal, risker och hälsoförluster i olika trafikmiljöer - en tabellsammanställning*. Bilaga 2 till Samhällsekonomisk prioritering av trafiksäkerhetsåtgärder. TFB & VTI forskning/research Report 7:2 1991. Transportforskningsberedningen og Statens väg- och trafikinstitut, Stockholm og Linköping.
- Tielaitos - Finnish National Road Administration. (1997). *Public Roads in Finland 1.1.1997*. Finnra Statistical Reports 1/1997. Finnish National Road Administration, Helsinki.
- Trilling, D. R. (1978). A Cost-Effectiveness Evaluation of Highway Safety Countermeasures. *Traffic Quarterly*, **32**, (January 1978), 41-67.
- Trinca, G. W.; Johnston, I. R.; Campbell, B. J.; Haight, F. A.; Knight, P. R.; Mackay, G. M.; McLean, A. J. & Petrucelli, E. (1988). *Reducing Traffic Injury - A Global Challenge*. Melbourne, Royal Australasian College of Surgeons, A. H. Massina Publishers.
- UK Department for Transport (2008). *Transport Statistics Great Britain: 2008 edition*.
- Underwood, G., C. Jiang & C. I. Howarth. (1993). Modelling of safety measure effects and risk compensation. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 277-288.
- US Department of Transportation. (1991). *Fatal and Injury Accident Rates on Public Roads in the United States*. Washington DC, US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Vaa, T. (1991). *Vurdering av sammenheng mellom opplevd utrygghet og ulykkesrisiko. Bilføreres opplevde utrygghet: Vurdering av måleproblemer*. Arbeidsdokument TST/0264/91. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Vaa, T. (1993). *Politiets trafikkontroller: Virkning på atferd og ulykker. En litteraturstudie*. TØI rapport 204. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Vaa, T. (1995). *Effekt av salting av veier i Sør-Trøndelag*. Report STF63 A95021. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Vaa, T., Glad, A., Sagberg, F., Bjørnskau, T. & Berge, G. (2002). *Faktorer som påvirker kjørefart - Litteraturstudier og hypoteser*. TØI rapport 601/2002. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Vägverket. (1996). *Nollvisionen. En idé om trafiksäkerhet*. Statens Vägverk, Borlänge.
- Vägverket. (1997). *Nollvisionen, fördjupning*. Vägverket, Borlänge. Text located at <http://www.vv.se/ts/nollvisn.htm>.
- Veisten, K. & Nossum, Å. (2007). *Ulykker i hjem og fritid koster seks ganger mer enn trafikkulykker*. Samferdsel, nr. 8, 2007, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Veisten, K., Flügel, S. & Ramjerdi, F. (2010). *Den norske verdsetningsstudien. Helseeffekter - gevinster ved økt gange og sykling*. TØI-rapport 1053F/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Wanvik, P. O. (2009). Effects of road lighting. An analysis based on Dutch accident statistics 1987-2006. *Accident Analysis and Prevention*, **41**, 123-128.
- Wanvik, P.O. (2006). *Effect of Road Lighting on Dutch Accidents 1987 - 2006*. Paper No.3.
- Webster, D. C. & Mackie, A. M. (1996). *Review of traffic calming schemes in 20 mph zones*. TRL Report 215. Crowthorne, Berkshire, Transport Research Laboratory.
- Weiss, C. H. (1972). *Evaluation Research. Methods for Assessing Program Effectiveness*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- West, L. B.; Dunn, J. W. (1971). Accidents, Speed Deviation and Speed Limits. *Traffic Engineering*, **July 1971**, 52-55.
- White, S. B. & A. C. Nelson. (1970). Some effects of measurement errors in estimating involvement rate as a function of deviation from mean traffic speed. *Journal of Safety Research*, **2**, 67-72.
- Whitelegg, J. (1993). *Transport for a sustainable future. The case for Europe*. Chichester, John Wiley and Sons.
- Wilde, G. J. S. (1982). The theory of risk homeostasis: implications for safety and health. *Risk Analysis*, **2**, 209-225.
- Wilde, G. J. S. (1986). Beyond the concept of risk homeostasis: suggestions for research and applications towards the prevention of accidents and life style related disease. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 377-401.
- Wilde, G. J. S. (1988). Risk homeostasis theory and traffic accidents: propositions, deductions and discussion of dissension in recent reactions. *Ergonomics*, **31**, 441-468.
- Wilde, G. J. S. (1994). *Target Risk. Dealing with the danger of death, disease and damage in everyday decisions*. PDE Publications, Toronto.

- Williams, A. & E. Giardina (Eds). (1993). *Efficiency in the public sector. The theory and practice of cost-benefit analysis*. Edward Elgar, Aldershot.
- Wold, H. (1995). *Trafikkulykker i planskilte kryss. Hovedoppgave i samferdselsteknikk, høsten 1995*. Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk.
- World Health Organization (2008). *Global status report on road safety*. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/global_status_report/en/print.html
- Zador, P.L., Krawchuk, S.A., & Voas, R.B. (2000). Alcohol-related relative risk of driver fatalities and driver involvement in fatal crashes in relation to driver age and gender: An update using 1996 data. *Journal of Studies on Alcohol*, **61**, 387–395.
- Zuckerman, M. (1979). *Sensation seeking: Beyond the optimal level of arousal*. Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- Zuckerman, M. (1991). Sensation seeking: the balance between risk and reward. In Lipsitt, L. P.; Mitnick, L. L. (Eds): *Self-Regulatory Behavior and Risk Taking: Causes and Consequences*, 143-152. Norwood, NJ, Ablex Publishing Corporation.

PARTE II

Efeito das medidas

1.1 CICLOVIAS E CICLOFAIXAS

Capítulo revisado em 2009 por Michael W J Sørensen (TØI)

Problemas e finalidades

Anualmente cerca de 740 ciclistas se ferem ou são mortos em acidentes de trânsito na Noruega, de acordo com a estatística oficial de acidentes (Statistisk Sentralbyrå, 2009). A tabela 1.1.1 mostra a distribuição em diferentes graus de ferimento. Ela indica que, por ano, 7 a 8 ciclistas são mortos e que 50 a 70 sofrem ferimentos graves ou muito graves. A mortalidade de ciclistas representa cerca de 3% do número total de fatalidades de trânsito na Noruega.

O número real de ciclistas acidentados é ainda maior, uma vez que os ferimentos são negligenciados na estatística oficial de acidentes. Uma pesquisa realizada por Bjørnskau (2005) indica que, a cada acidente, 7 a 8 são negligenciados e, portanto, isso quer dizer que o número real de acidentes é de provavelmente 5.000.

TABELA 1.1.1: CICLISTAS MORTOS OU FERIDOS NA NORUEGA ENTRE 2005 E 2007. FONTE: Statistisk sentralbyrå 2009.

	2005	2006	2007
Mortes	7	8	7
Lesões muito graves	1	4	4
Lesões graves	52	64	56
Lesões leves	675	596	607
Grau de lesão não declarado	8	67	67
Total	743	739	741

Um cálculo com base no registro oficial de acidentes e na pesquisa sobre hábitos de viagem indica que 0,82 ciclista foi ferido ou veio a óbito a cada um milhão de quilômetros rodados e que 0,011 ciclista sofreu acidente fatal a cada um milhão de quilômetros rodados. Os ciclistas pertencem ao grupo que tem o terceiro maior risco de sofrer lesão em trânsito, apenas superado pelos usuários de ciclomotores e

motocicletas. Por exemplo, os ciclistas têm de 5 a 6 vezes mais chances de riscos de acidente que os condutores de automóveis (Bjørnskau, 2008). Se considerarmos os acidentes com vítimas não reportados no registro oficial de acidentes, os ciclistas terão 20 vezes mais chances de risco de lesão que os condutores de automóveis.

Cerca de 80% dos acidentes de bicicleta ocorrem em cidades ou vilas. Mais de 80% dos acidentes com ciclistas notificados oficialmente consistem em colisões com automóveis, normalmente em cruzamentos ou saídas, ou em cruzamento de vias. Acidentes em que outros passageiros ou veículos não estão envolvidos são menos notificados na estatística oficial de acidentes. De acordo com a estatística “não oficial”, acidentes com apenas uma pessoa configuram mais de 70% com bicicleta (Bjørnskau, 2008).

Muitos ciclistas sentem-se inseguros no tráfego, especialmente quando se deslocam em vias com grande circulação de veículos. De acordo com o levantamento de Bjørnskau (2004), 3% dos ciclistas se sentem muito inseguros e 25% se sentem inseguros. Apenas os motociclistas sentem-se ainda mais inseguros. Outro levantamento mostrou que 7% dos ciclistas sentem-se muito inseguros e 12%, inseguros. Os motociclistas e condutores de automóveis sentem-se mais inseguros (Backer-Grøndahl, Amundsen, Fyhri e Ulleberg, 2007).

A “Estratégia Nacional para Bicicletas” (Nasjonal sykkelstrategi) de 2010 até 2019 (Statens vegvesen, 2007) tem como propósito que o tráfego de bicicletas na Noruega seja constituído de pelo menos 8% de todas as viagens. Nas cidades e vilas, o tráfego de bicicletas será dobrado e 80% das crianças e jovens irão à escola e dela retornarão a pé ou de bicicleta. Para que a utilização da bicicleta torne-se mais atrativa, foram sugeridas, entre outras coisas, a construção de vias para bicicletas e pedestres, ciclovias, bem como a sinalização de ciclofaixas.

Estas medidas têm como objetivo separar fisicamente o tráfego de bicicletas do tráfego motorizado, re-

servar partes dos passeios e das vias para esse tipo de circulação e, assim, reduzir o risco de acidentes de ciclistas, o que lhes concederia um aumento de mobilidade e de segurança por meio do tráfego em áreas públicas.

Descrição da medida

A iniciativa é dividida normalmente em três grupos (Statens vegvesen, 2003):

Área compartilhada por bicicletas e pedestres: área cuja sinalização de trânsito permite a circulação de pessoas, bicicletas ou os dois grupos ao mesmo tempo. A área é fisicamente separada dos veículos motorizados por meio de gramados, valetas, cercas, guias, etc. Ela é construída apenas em um lado da via ou como uma via própria. Normalmente possui uma camada de asfalto.

Ciclovía (via para bicicletas): Pista cuja sinalização de trânsito permite a circulação de bicicletas. Ela é segregada fisicamente dos veículos motorizados por meio de gramados, valetas, cercas, guias, etc. Nas cidades e vilas, a guia é normalmente utilizada para segregação; já em áreas de povoação dispersa, geralmente se utilizam o gramado e a valeta. A ciclovía é separada do passeio ou da passagem de pedestres por meio de guias ou marcações. Em regra, a ciclovía possui uma camada de asfalto. Na Noruega, os pedestres também podem utilizá-la onde for mais apropriado, ao passo que em outros países ela é sempre reservada somente para ciclistas.

Ciclofaixa (faixa para bicicletas): faixa de condução cuja sinalização de trânsito e diferentes formas de sinalização da via permitem a circulação de bicicletas.

Estes três princípios servem como alternativas ao tráfego misto de bicicletas e veículos motorizados, em que não há instalações especiais para ciclistas e, por conta disso, estes viajam em acostamentos junto com os automóveis e na mesma faixa de condução.

As ciclovias e ciclofaixas podem ser construídas de diferentes maneiras quando se refere à área do cruzamento. As construções ou sinalizações mais comuns são (Sørensen, 2009, Statens vegvesen, 2003):

- *Ciclovía reduzida ou interrompida:* ela termina antes do cruzamento. Em uma área demarcada para bicicleta ou tráfego misto (iniciativa física aconselhada em cruzamentos municipais na Noruega).

- *Faixa para travessia de ciclistas:* a via segue sobre a pista, ao longo de um cruzamento regulado por preferencial (iniciativa física não aconselhada na Noruega).
- *Linha de retenção adiantada para bicicletas e retrai-da para veículos motorizados:* a linha de retenção dos veículos motorizados é reduzida em relação à linha de retenção dos ciclistas e à de pedestres em cruzamentos regulados por semáforo (iniciativa de sinalização que é aconselhada na Noruega).
- *Faixa de retenção para bicicletas:* área para a espera de ciclistas à frente dos veículos motorizados em cruzamentos regulados por semáforo (iniciativa de sinalização que é aconselhada na Noruega, mas raramente utilizada).
- *Marcações coloridas ou outras marcações da ciclo-faixa:* sinalização da ciclofaixa e/ou da faixa de retenção para bicicletas com as cores azul, vermelha, marrom, verde ou amarela, símbolos de bicicleta ou diferentes modelos como o padrão arlequim (iniciativa de sinalização de cor castanho-avermelhada, como aconselhada na Noruega, mas raramente utilizada).
- *Ciclovía desviada:* ela é desviada da via principal e segue eventualmente pela via secundária em uma superfície elevada, em cruzamentos regulados por preferencial, onde tanto os outros veículos quanto as bicicletas aguardam a preferência (iniciativa física aconselhada na Noruega).
- *Ciclovía de aproximação:* ela segue próxima à via principal, com o objetivo de ter a travessia junto ou perto do cruzamento (iniciativa física não aconselhada na Noruega).
- *Ciclovía separada à direita, fora do cruzamento:* ciclovía separada para ciclistas que se mantém à direita, fora do cruzamento regulado por semáforo (iniciativa física desaconselhada na Noruega).
- *Ciclofaixa que segue pelo centro:* faixa marcada à esquerda da faixa dos veículos motorizados que seguem à direita (iniciativa de sinalização não aconselhada na Noruega, mas utilizada em quantidade limitada).
- *Ciclofaixa que segue à direita em cruzamento:* faixa marcada à direita da faixa para veículos motorizados ou canalização da ciclofaixa existente (iniciativa de sinalização não aconselhada na Noruega).
- *Ciclofaixa que segue à esquerda:* faixa marcada entre a faixa para seguir em frente e à esquerda e a ciclofaixa marcada no próprio cruzamento que possibilita a curva em uma única etapa (iniciativa de sinalização não aconselhada na Noruega).

No fim de 2007 foram construídas vias compartilhadas por bicicletas e pedestres ao longo de 3.300 km

da malha viária nacional, 12% da malha viária, (Statens vegvesen, 2008). A iniciativa para o desenvolvimento dessas vias ao longo da malha viária nacional surgiu por causa da carência de 3.250 km de obras viárias estatais. Destas, a rede principal em cidades e vilas representa 1.100 km, as rodovias principais ao redor das cidades e vilas representam 750 km e as rodovias nacionais fora das cidades e vilas representam 1.400 km (Statens vegvesen, 2007a).

Não há informações sobre a extensão somada das vias compartilhadas por bicicletas e pedestres ao longo das rodovias regionais e vias municipais na Noruega como um todo. Também não há estatísticas abrangentes de todo o país que indicam a extensão das ciclovias e ciclofaixas ou a quantidade de uso de diferentes construções de cruzamento atribuída às ciclovias e ciclofaixas.

O manual do ciclista (Statens vegvesen, 2003) contém uma descrição detalhada sobre quais soluções devem ser utilizadas em diferentes tipos de área. As recomendações podem ser resumidas da seguinte maneira:

- *Via compartilhada por bicicletas e pedestres:* alto volume de tráfego, alta velocidade ou fora do aglomerado populacional.
- *Ciclovias:* alto volume de tráfego, alta velocidade ou fora do aglomerado populacional.
- *Ciclofaixa:* bairros com aglomerado populacional. Velocidade e volume de tráfego médio.
- *Tráfego misto:* ruas calmas com velocidade e volume de tráfego baixo.

Uma revisão das vias para bicicleta recomendadas para diferentes volumes de tráfego e livros de velocidade da Noruega, Dinamarca, Suécia, Holanda, Inglaterra, Alemanha e EUA mostram que as recomendações norueguesas são semelhantes às reco-

mendações desses países. No entanto, o manual do ciclista norueguês recomenda ciclovias em maior volume de tráfego que as recomendações de outros países. (Spilsberg, Børrud, Myrberg e Nordgård, 2008).

Impacto sobre os acidentes

As tabelas de 1.1.2 até 1.1.5 mostram os impactos nos acidentes em vias compartilhadas por bicicletas e pedestres, ciclovias, ciclofaixas e diferentes construções e marcações da via para bicicletas e pedestres, ciclovias e/ou ciclofaixa no cruzamento. Os impactos são baseados em sua grande maioria em pesquisas de estudo anterior e posterior. Na maioria dos estudos não foram verificados o volume de tráfego de bicicletas, isto é, os resultados referem-se às modificações no número total de acidentes em uma via ou cruzamento, não ao risco de acidentes de ciclistas ou de outros usuários.

Via compartilhada por bicicletas e pedestres:

Há as seguintes pesquisas sobre os impactos nos acidentes em vias compartilhadas por bicicletas e pedestres:

- Quenault, 1981 (Grã-Bretanha);
- Ørnes, 1981 (Noruega);
- Kallberg e Salusjärvi, 1982 (Países nórdicos);
- Claesson e Sjölander, 1985 (Suécia);
- Wheeler e Morgan, 1987 (Grã-Bretanha);
- Frøysadal, 1988 (Noruega);
- Stølan, 1988 (Noruega);
- Blakstad e Giæver, 1989 (Noruega);
- Leden, 1989 (Países nórdicos);
- Elvik, 1990 (Noruega);
- Dietrichs, 1991 (Noruega);

TABELA 1.1.2: IMPACTOS EM VIAS COMPARTILHADAS POR BICICLETAS E PEDESTRES. PORCENTAGEM DE MODIFICAÇÃO NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Porcentagem de modificação no número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor avaliação	Intervalo de confiança
Acidentes com vítima	Todos os acidentes	0	(-10; +11)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta	+1	(-29; +45)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta em trecho fora do cruzamento	+2	(-42; +78)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta no cruzamento	+1	(-37; +62)
Acidentes com vítima	Acidentes de pedestre	-10	(-32; +21)
Acidentes com vítima	Acidentes de pedestre em trecho fora do cruzamento	-35	(-67; +29)
Acidentes com vítima	Acidentes de pedestre no cruzamento	+1	(-32; +52)
Acidentes com vítima	Acidentes de veículos	+1	(-10; +14)

Thingwall, 1991 (Noruega);
 Borger e Frøysadal, 1993 (Noruega);
 Downing, Sayer e Zaheer-Ul-Islam, 1993 (Papua-Nova Guiné);
 Borger e Frøysadal, 1994 (Noruega) e Jensen 2006 (Dinamarca).

Com relação às vias compartilhadas por bicicletas e pedestres, que é mais comum na Noruega, as melhores pesquisas metodológicas, que estabelecem as bases para a tabela 1.1.2, não indicam a redução do número de acidentes. Percebe-se uma tendência na redução do número de acidentes de pedestres, especialmente aqueles em que os pedestres estavam se deslocando em trecho fora do cruzamento ao longo da via, mas a redução não é confiável estatisticamente. Não se sabe o motivo pelo qual a iniciativa não leva a menos acidentes.

Muitas pesquisas (Nettelblad, 1987, Wheeler e Morgan, 1987, Gabestad, 1989) constataam que o tráfego de bicicletas e pedestres aumenta quando são construídas vias compartilhadas por bicicletas e pedestres. Entre outras coisas, isso pode levar a um aumento de tráfego em locais de cruzamento sem segurança. Também é documentado que nem todos os pedestres e ciclistas utilizam as vias compartilhadas por bicicletas e pedestres (Strugstad, 1985, Thingwall, 1991). Aqueles que ainda trafegam na via para veículos motorizados estão sujeitos a um risco maior. Há exemplos em que as autoridades de trânsito aumentaram o limite de velocidade de 60 para 70 km/h em trechos onde foram construídas vias compartilhadas por bicicletas e pedestres (Elvik, 1990). Acredita-se que isso leva a um aumento da velocidade. No total, essas condições contribuem para explicar porque as vias compartilhadas por bicicletas e pedestres não resultam em uma redução no número de acidentes. Nos locais onde o tráfego de bicicletas e pedestres aumentou, foram reduzi-

dos os riscos dos pedestres e ciclistas por quilômetro percorrido.

Ciclovia

Há as seguintes pesquisas sobre os impactos nos acidentes em ciclovias:

Jørgensen e Rabani, 1969 (Dinamarca);
 Jørgensen e Herrstedt, 1979 (Dinamarca);
 Knoche 1981, (Alemanha);
 Bach, Roscbach e Jørgensen, 1985 (Dinamarca);
 Welleman e Dijkstra, 1985 (Holanda);
 Nettelblad, 1987 (Suécia);
 COWI-consult e Vejdirektoratet, 1990 (Dinamarca);
 Harland e Gercans, 1993 (Grã-Bretanha);
 Agustsson e Lei, 1994 (Dinamarca);
 Rystam, 1995 (Suécia);
 Leden, Claesson, Gårder, Näsman, Pulkinen e Thedén, 1997 (Suécia);
 Jensen, 2006a (Dinamarca);
 Agerholm, Caspersen, Madsen e Lahrmann, 2008 (Dinamarca).

A tabela 1.1.3 mostra que as ciclovias levam a uma pequena modificação no número total de acidentes com vítima. Há uma redução significativa de ocorrências de acidentes em trecho fora do cruzamento; já no cruzamento há uma tendência a um número crescente de acidentes.

O objetivo das ciclovias é melhorar as condições para os ciclistas. Contudo, as pesquisas não indicam que a segurança melhora; muito pelo contrário. Se forem incluídas apenas as pesquisas mais recentes, a partir de 1990, percebe-se um aumento no número de acidentes de bicicleta em 7%. Ao mesmo tempo, aumenta o número de acidentes leves em 15% (5; 25).

TABELA 1.1.3: IMPACTOS DA CICLOVIA NOS ACIDENTES. PORCENTAGEM DE MODIFICAÇÃO NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Porcentagem de modificação no número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor avaliação	Intervalo de confiança
Acidentes com vítima	Todos os acidentes	-2	(-5; +1)
Acidentes com vítima	Todos os acidentes em trecho fora do cruzamento	-8	(-13; -3)
Acidentes com vítima	Todos os acidentes em cruzamento	+4	(-2; +10)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta	+7	(-3; +18)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta em trecho fora do cruzamento	-11	(-18; -3)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta no cruzamento	+24	(11; +38)
Acidentes com vítima	Acidentes de pedestre	-3	(-11; +4)
Acidentes com vítima	Acidentes de veículos	-7	(-12; -1)

Se todas as pesquisas forem incluídas na análise, inclusive as pesquisas anteriores a 1990, obtém-se um efeito nos acidentes de bicicleta de 0% (-5; 6). As ciclovias reduzem o número de acidentes de bicicleta em trecho fora do cruzamento, mas os acidentes aumentam nos cruzamentos. O número de acidentes leves aumenta ligeiramente, em 26% (13; 41), no cruzamento. Todos os resultados são confiáveis estatisticamente. Em outras palavras, as ciclovias deslocam os acidentes com bicicleta para o cruzamento.

O aumento no número de acidentes em cruzamento é explicado pelo fato de que a “separação” do veículo motorizado e da bicicleta reduz a atenção de um para o outro. Ao mesmo tempo, a própria segurança do ciclista é superestimada, causando uma falsa sensação de segurança. A falta de segurança é problemática no cruzamento, onde os diferentes grupos de usuários compartilham a área (Statens vegvesen, 2003, Jensen, 2006a, Agerholm et al., 2008).

A construção de ciclovias não resulta em uma mudança significativa no número de acidentes com pedestres, mas há uma tendência à redução do número de acidentes em geral. A ciclovia também contribui para uma pequena queda em acidentes de veículos motorizados, 7%, o que é confiável estatisticamente.

Ciclofaixa

Há as seguintes pesquisas sobre os impactos nos acidentes nas ciclofaixas:

Lott e Lott, 1976 (EUA);
Welleman e Dijkstra, 1985 (Holanda);

Smith e Walsh, 1988 (EUA);
Agustsson e Lei, 1994 (Dinamarca);
Jensen, 1996 (Dinamarca);
Nielsen, Andersen e Lei, 1996 (Dinamarca);
Coates, 1999 (Grã-Bretanha);
Nilsson, 2003 (Suécia);
Jensen, 2006a (Dinamarca).

A tabela 1.1.4 indica que as vias com ciclofaixa têm menos acidentes do que as vias sem ciclofaixa. A redução porcentual no número de acidentes é maior para pedestres e veículos; no entanto, o número de acidentes em cruzamento aumenta.

Os acidentes de bicicleta diminuíram em 9%. Isso inclui uma redução não significativa em trecho fora do cruzamento e uma redução significativa no cruzamento. A sinalização da ciclofaixa em cruzamento regulado por semáforo não parece reduzir os acidentes de bicicleta no mesmo grau que em outros cruzamentos. O efeito indicado em trechos fora do cruzamento compreende apenas as pesquisas recentes a partir de 1988. Se forem consideradas todas as pesquisas, obter-se-á um aumento não significativo de 6% (-6; 21). Isso se deve pelo fato de que Welleman e Dijkstra (1985) perceberam um aumento acima de 30%. Cinco das seis pesquisas restantes descobriram que houve uma redução de 13 a 52%, o que é considerada como a melhor estimativa.

As explicações possíveis para a não-redução dos acidentes de bicicleta da mesma maneira que os outros tipos de acidentes fundamentam-se no aumento de tráfego e da velocidade do ciclista na ciclofaixa.

TABELA 1.1.4: IMPACTOS DA CICLOFAIXA NOS ACIDENTES. PORCENTAGEM DE MODIFICAÇÃO NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Porcentagem de modificação no número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor avaliação	Intervalo de confiança
Acidentes com vítima	Todos os acidentes	-21	(-25; -16)
Acidentes com vítima	Todos os acidentes em trecho fora do cruzamento	-13	(-19; -6)
Acidentes com vítima	Todos os acidentes em cruzamento	+20	(+6; +35)
Acidentes com vítima	Todos os acidentes em cruzamento regulado por semáforo	+14	(-7; +38)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta	-9	(-17; 0)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta em trecho fora do cruzamento	-19	(-36; +3)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta no cruzamento	-25	(-35; -13)
Acidentes com vítima	Acidentes de bicicleta em cruzamento regulado por semáforo	-9	(-29; +16)
Acidentes com vítima	Acidentes de pedestre	-30	(-42; -16)
Acidentes com vítima	Acidentes de veículos	-37	(-42; -31)
Acidentes com vítima	Acidentes de veículo em trecho fora do cruzamento	-24	(-31; -15)
Acidentes com vítima	Acidentes de veículo no cruzamento	-51	(-57; -44)

Construção e sinalização no cruzamento

Há as seguintes pesquisas sobre os impactos nos acidentes em construções especiais e sinalização da via compartilhada por ciclistas e pedestres, ciclovias e/ou ciclofaixas em cruzamentos:

Nielsen, 1993 (Dinamarca, linha de retenção adiantada para ciclistas);

Wheeler, Leicester e Underwood, 1993 (Grã-Bretanha, linha de retenção adiantada para ciclistas);

Nielsen, 1994 (Dinamarca, linha de retenção adiantada para ciclistas);

Gårder, Leden e Pulkkinen, 1998 (Suécia, faixa para travessia de ciclistas como trajeto para bicicletas colorido e elevado no cruzamento);

Coates, 1999 (Grã-Bretanha, faixa para bicicletas, faixa colorida para bicicletas);

Jensen e Nielsen, 1999 (Dinamarca, linha de retenção adiantada para ciclistas, trajeto reduzido/interrompido para bicicletas, padrão arlequim);

Pfeifer, 1999 (Dinamarca, trajeto para bicicletas reduzido);

Jensen, 2002 (Dinamarca, linha de retenção adiantada para ciclistas);

Andersen, Nielsen e Olesen, 2004 (Dinamarca, trajeto desviado para bicicletas);

Jensen, 2006b (Dinamarca, faixa azul para bicicletas, faixa para travessia de ciclistas);

König, 2006 (Suécia, trajeto colorido para bicicletas em cruzamento);

Berggrein e Bach, 2007 (Dinamarca, padrão arlequim e símbolo da bicicleta) e

Jensen, 2008 (Dinamarca, faixa azul para bicicletas).

Os resultados estão resumidos na tabela 1.1.5.

Ciclovia reduzida: a ciclovia reduzida para bicicleta em cruzamento regulado por semáforo parece diminuir o número de acidentes de bicicleta em torno de 31%. Esta redução é confiável estatisticamente. A explicação para esta redução é que veículos motorizados e bicicletas, quando juntos antes do cruzamento, levam a um aumento tanto da atenção de ambos os grupos como do sentimento de segurança do ciclista. Portanto, é uma possibilidade para melhorar a segurança da ciclovia em cruzamentos. Um trecho dos manuais do ciclista e similares da Dinamarca, Suécia, Holanda, Bélgica, Alemanha, Grã-Bretanha, EUA, Canadá e Austrália mostra que

TABELA 1.1.5: IMPACTOS DE DIFERENTES CONSTRUÇÕES DA VIA PARA CICLISTAS E PEDESTRES, CICLOVIA E/OU CICLOFAIXA EM CRUZAMENTO. PORCENTAGEM DE MODIFICAÇÃO NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Iniciativa	Porcentagem de modificação no número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor avaliação	Intervalo de confiança
Ciclovia reduzida ou interrompida para bicicletas em cruzamento regulado por semáforo	Acidentes de bicicleta	-31	(-45; -12)
Faixa para travessia de ciclistas	Acidentes de bicicleta	-13	(-36; +16)
	Acidentes de pedestres	-54	(-77; -6)
	Acidentes de veículos	+11	(-14; +43)
Linha de retenção adiantada para ciclistas em cruzamento regulado por semáforo	Todos os acidentes	-16	(-39; +16)
	Acidentes de bicicleta	-19	(-47; +23)
	Acidentes de veículos	-11	(-46; +49)
Ciclofaixa com cores em cruzamento regulado por semáforo	Todos os acidentes	-2	(-15; +22)
	Acidentes de bicicleta	-22	(-33; -8)
	Acidentes de pedestres	+23	(-14; +77)
	Acidentes de veículos	+14	(0; +30)
Ciclofaixa com cores em cruzamento regulado por semáforo – 1 faixa	Todos os acidentes (todos os graus de ferimento)	-10	(-20; +1)
Ciclofaixa com cores em cruzamento regulado por semáforo – 2 faixas	Todos os acidentes (todos os graus de ferimento)	+23	(0; +51)
Ciclofaixa com cores em cruzamento regulado por semáforo – 4 faixas	Todos os acidentes (todos os graus de ferimento)	+60	(15; +122)
Iniciativa de sinalização, de maneira geral, em cruzamento regulado por preferencial (sinalização colorida exclusivamente)	Acidentes de bicicleta	-6	(-31; +29)
Padrão arlequim em cruzamento regulado por preferencial	Acidentes de bicicleta	-16	(-61; +80)
Símbolo de bicicleta em cruzamento regulado por preferencial	Acidentes de bicicleta	-5	(-33; +34)

esta construção é aconselhada em todos os países abordados (Sørensen, 2009).

Faixa elevada para travessia de ciclistas: de acordo com as pesquisas consideradas, esta construção causa uma queda não significativa de 13% no número de acidentes de bicicleta. Segundo uma comparação não considerada de 29 cruzamentos com faixa elevada para travessia de ciclistas e 22 cruzamentos com ciclovia reduzida na Dinamarca, o número de acidentes de bicicleta com relação ao tráfego de bicicletas seria 26% menor em cruzamentos com faixa elevada para travessia de ciclistas do que em cruzamentos com ciclovia reduzida, caso os acidentes registrados em hospitais fossem considerados na pesquisa. Mesmo assim, o número de fatalidades e ferimentos graves é maior em cruzamentos com faixa elevada para travessia de ciclistas. Nenhum dos resultados é estatisticamente confiável (Fjordback, Lahrman e Sørensen, 2007). O número de acidentes com pedestres é reduzido pela metade. A explicação é que uma faixa para travessia de ciclistas elevada inclui normalmente tanto uma ciclovia como um passeio. Com relação a acidentes com veículos motorizados, percebe-se um aumento não significativo.

Linha de retenção adiantada para bicicletas e re-traída para outros veículos: a linha de retenção adiantada para bicicletas é utilizada em cruzamentos regulados por semáforo para evitar acidentes em que o veículo motorizado que vira à direita atropela os ciclistas que seguem em frente pelo cruzamento. Ao marcar a linha de retenção para ciclistas mais à frente, junto ao cruzamento, que a linha de retenção para os veículos motorizados, os ciclistas ficam mais visíveis para os veículos motorizados que viram à direita. Esta medida parece levar a uma redução do número de acidentes tanto com ciclistas como com veículos motorizados. A redução não é confiável estatisticamente. A iniciativa é aconselhada no manual norueguês do ciclista e nos manuais de outros países, como Dinamarca, Alemanha, Grã-Bretanha, Austrália e parcialmente nos EUA (Sørensen, 2009).

Faixa de retenção para bicicletas: a sinalização é aconselhada nos manuais do ciclista e similares da Noruega, Dinamarca, Suécia, Holanda, Bélgica, Alemanha, Grã-Bretanha, EUA, Canadá e Austrália e é indicada para melhorar a segurança dos ciclistas, uma vez que eles ficam mais visíveis. Além disso, esta iniciativa pode causar um efeito de desaceleração da velocidade dos veículos motorizados (Sørensen, 2009).

Não foram encontrados estudos efetivos que englobam acidentes, mas foram realizados vários estudos em que o comportamento de ciclistas e condutores de automóveis são registrados em vídeo e analisados. Os estudos de Christchurch, Nova Zelândia (Newman, 2002) e Portland, Oregon (Dill et al., 2002) não encontraram problemas para a segurança dos ciclistas e o número de conflitos diminuiu. Hunter (2000) constatou um pequeno aumento no número de conflitos entre ciclistas e outros veículos. A porcentagem de ciclistas envolvidos em conflitos aumentou de 1,3% para 1,5% após a sinalização da faixa de retenção para bicicletas. No entanto, nenhum dos ciclistas envolvidos nos conflitos tinha utilizado a faixa de retenção para bicicletas para esta finalidade. O número de conflitos pode depender de como foi construída a ciclofaixa até a faixa de retenção para bicicletas. Ryley (1996) constatou mais conflitos em cruzamento com ciclofaixa “normal” até a faixa de retenção para bicicletas, enquanto cruzamentos com ciclofaixa que segue pelo centro até a faixa de retenção para bicicletas têm o menor número de conflitos.

Os estudos de Hunter (2000) mostram que apenas 22% dos ciclistas utilizam a faixa de retenção para bicicletas. A baixa utilização desta alternativa é explicada, entre outras coisas, pelo fato de que mais da metade dos veículos motorizados ultrapassam a linha de retenção e permanecem sobre a faixa de retenção para bicicletas. Vinte por cento ultrapassam a linha de retenção em até $\frac{1}{4}$ do tamanho do veículo; 16%, entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$, e 16%, mais que $\frac{1}{2}$. Um estudo dinamarquês similar com quatro cruzamentos que possuem a faixa de retenção para bicicletas constata que 8 a 36% dos automóveis ultrapassam a linha de retenção e que 1 a 6% ultrapassam com a roda traseira (Anderson e Lund, 2009). A explicação para esta invasão da linha de retenção pode ser dada pelo fato de que eles tentam evitar ter ciclistas à frente, evitando, assim, reduzir a própria mobilidade (Newman, 2002).

Marcações coloridas ou outras marcações da ciclofaixa: a marcação colorida da ciclofaixa no pavimento em cruzamentos regulados por semáforo reduz o número de acidentes de bicicleta em aproximadamente 22%. De acordo com uma pesquisa dinamarquesa, o número de acidentes de bicicleta só diminui se a ciclofaixa for pintada em uma das saídas do cruzamento. Se ela for pintada em duas ou quatro saídas, o número de acidentes aumentará. Isso é explicado pelo fato de que a pintura tem um efeito menos positivo ou negativo em um cruzamen-

to de 4 a 5 saídas em comparação com um cruzamento de 3 saídas e é sempre neste último que se encontra a marcação colorida da ciclofaixa (Jensen, 2008).

O efeito positivo contra os acidentes de bicicleta faz com que a marcação colorida da ciclofaixa seja aconselhada em manuais de ciclistas em vários países (Sørensen, 2009). A iniciativa é aconselhada, entre outros, em cruzamentos perigosos para ciclistas, mas, de acordo com Jensen (2008), são exatamente nesses cruzamentos que a iniciativa não aumenta a segurança. A marcação colorida da ciclofaixa parece criar um efeito negativo tanto nos acidentes de pedestres como nos acidentes de veículos.

Outras formas para sinalização da ciclofaixa em cruzamento regulado por preferencial, como o padrão arlequim ou o símbolo da bicicleta, parecem reduzir o número de acidentes com bicicletas em 5 a 16%. Entretanto, a redução não é confiável estatisticamente.

Ciclovía desviada: Foi encontrada apenas uma avaliação sobre a ciclovía desviada (Andersen, Nielsen e Olesen, 2004). Com base nessa avaliação não é possível confirmar ou negar se a iniciativa tem efeito positivo na segurança do ciclista. Além da Noruega, a iniciativa também é aconselhada em países como Dinamarca, Suécia, Holanda, Grã-Bretanha e Austrália (Sørensen, 2009).

Ciclovía de aproximação: o objetivo é fazer com que as bicicletas e os automóveis se aproximem antes do cruzamento para que ambos os grupos fiquem mais atentos e, assim, os ciclistas são mais visualizados pelos condutores. Esta construção é aconselhada, entre outros, nos manuais do ciclista da Suécia, Holanda e América do Norte. Não foram realizadas avaliações sobre as construções que possam confirmar que a iniciativa tem um impacto positivo e seguro sobre os ciclistas.

Ciclovía separada à direita fora de cruzamentos: esta ciclovía foi avaliada por Andersen, Nielsen e Olesen (2004). Porém, a avaliação não permite concluir se a construção tem um efeito positivo na segurança. Ela também não indica que a iniciativa tem um efeito negativo, por exemplo, no tipo de acidente entre bicicletas e pedestres que cruzam a mesma área de conversão à direita. A iniciativa é desaconselhada no manual norueguês do ciclista (Statens vegvesen, 2003) por aumentar o risco de conflitos entre ciclistas e pedestres.

Ciclofaixa que segue pelo centro: o objetivo principal com esta iniciativa é substituir os conflitos perigosos entre automóveis e caminhões que viram à direita e bicicletas que seguem em frente, fornecendo situações de ultrapassagem menos perigosas antes do cruzamento. Fora disso, a iniciativa pode colaborar com a visibilidade dos ciclistas pelos condutores que trafegam em direção oposta e viram à esquerda. A iniciativa é aconselhada na Dinamarca, Holanda, Alemanha, Grã-Bretanha, América do Norte e Austrália (Sørensen, 2009).

Apesar de ser considerada uma iniciativa de segurança e sua utilização ser aconselhada em vários países, e ainda ter sido utilizada, por exemplo, na Dinamarca por quase 30 anos, há poucas pesquisas que direta ou indiretamente avaliaram sua consequência na segurança (Sørensen, 2008).

Nielsen (1995) fez uma pesquisa de casos anteriores e posteriores com 10 indícios com ciclofaixa que segue pelo centro. Os dados da pesquisa são limitados, não sendo possível tirar uma conclusão sem equívocos. A pesquisa não documenta se ocorre uma redução em acidentes entre ciclistas que seguem em frente e veículos que viram à esquerda ou trafegam em direção oposta e viram à esquerda, mas ela conclui que não parece ocorrer um aumento de acidentes, de maneira que a ciclofaixa que segue pelo centro possa ser vista com um efeito negativo (atropelamento pelas costas antes do cruzamento, ultrapassagens ou fechadas antes do cruzamento).

Ryley (1996) constata que o número de conflitos entre ciclistas e automóveis é menor em cruzamentos com ciclofaixa que segue pelo centro até a faixa de retenção para bicicletas do que em cruzamentos com ciclofaixa “normal”, que segue até a faixa de retenção para bicicletas. No primeiro tipo há conflitos em 0,3 a 1% dos casos, ao passo que no segundo tipo, em 2 a 7% dos casos.

Em uma comparação com e sem a faixa em dois cruzamentos, na forma de uma observação de vídeo, não foram registrados conflitos com 600 ciclistas no cruzamento com a ciclofaixa que segue pelo centro (Hunter, 2000a).

Em Portland, Oregon, foi realizada uma pesquisa sobre a sinalização azul da ciclofaixa em 10 cruzamentos, em que há uma ciclofaixa que segue pelo centro em quatro cruzamentos. Não foram registrados acidentes entre bicicletas e veículos no período anterior e posterior. Apenas oito conflitos foram re-

gistrados nos 10 cruzamentos no período anterior e seis no período posterior, o que é muito pouco para ser possível concluir se a ciclofaixa que segue pelo centro é mais ou menos segura que a ciclofaixa “normal” (City of Portland, 1999, Hunter et al., 2000).

Ciclofaixa que segue à direita ou à esquerda no cruzamento: o objetivo é primeiramente melhorar a acessibilidade para ciclistas que viram respectivamente à direita e à esquerda. Não há nenhuma avaliação da importância desta iniciativa para a segurança, mas CROW (2007) descreve que a ciclofaixa que segue à esquerda leva a uma mistura de ciclistas e veículos no cruzamento, o que pode levar a muitas situações perigosas, com vários acidentes de bicicleta. O uso da ciclofaixa que segue à direita é aconselhado nos manuais do ciclista da Dinamarca, Holanda e Grã-Bretanha, ao passo que o uso da ciclofaixa que segue à esquerda é aconselhado nos manuais do ciclista da Holanda, Alemanha, EUA e Austrália.

Impacto na mobilidade

Área compartilhada por bicicletas e pedestres, ciclovias e ciclofaixas: áreas compartilhadas por bicicletas e pedestres, ciclovias e ciclofaixas ao longo das vias podem diminuir a largura da via para os condutores de veículos motorizados e, desta maneira, ter um efeito de redução de velocidade. Duas pesquisas norueguesas (Sakshaug, 1986; Gabestad, 1989) apontam que a velocidade média era menor nas vias com área compartilhada por bicicleta e pedestres do que naquelas sem essa área. Porém, esses resultados são imprecisos por conta de debilidades nos métodos e bases de dados das pesquisas. Bolling (2000) encontra uma redução de velocidade de 2 a 4 km/h em uma via com ciclovias. Fowler (2005) constatou que, onde existe sinalização de ciclovias, a redução da velocidade dos automóveis em média é de 1,5 km/h fora da hora do rush e de 0,9 km/h na hora do rush. De acordo com Wittink (2001), a velocidade tem uma redução em média de 5%, de, por exemplo, 50 km/h para 47,5 km/h, onde existe sinalização de ciclovias.

Por outro lado, mostra-se numa análise de ciclofaixas marcadas em 14 trechos em bairros residenciais que não há uma redução geral, mesmo que a largura da via tenha sido diminuída. Entre 32 pontos de instalação da medida houve uma redução significativa em 9 pontos e um aumento significativo de 4 pon-

tos. O estudo também mostra que os condutores não diminuíam mais a velocidade quando passavam por um ciclista onde havia ciclovia. Mostra que a redução de velocidade, em média quando o condutor passa por um ciclista, é de 3,2 km/h quando não há ciclovia e, 2,9 km/h quando há. Em alguns trechos as autoridades viárias têm aumentado a velocidade de 60 km/h para 70 km/h depois que foram construídas passarelas e ciclovias (Elvik, 1990). Isso significa uma velocidade presumivelmente superior.

Áreas compartilhadas por bicicletas e pedestres, ciclovias e ciclofaixas podem contribuir para melhorar a mobilidade dos ciclistas. Áreas compartilhadas por bicicletas e pedestres em faixas próprias podem oferecer caminhos mais diretos e, assim, diminuir o tempo de viagem. Mas também há o risco de desvios. De acordo com os ciclistas, a construção de rotas de bicicleta em cidades dinamarquesas foi um experimento positivo no que diz respeito à mobilidade. Por outro lado, a melhora de rota de bicicleta em Estocolmo não causou mudanças de velocidade (Bolling, 2000). As ciclofaixas contribuem para aumentar a velocidade média do ciclista (Nilsson, 2000). Um estudo de acompanhamento de ciclistas mostra que o tempo de viagem é diminuído após a sinalização das ciclofaixas. Sendo assim, o tempo de viagem se reduz em 4% (Nilsson, 2003).

Construção e sinalização nos cruzamentos: as ciclofaixas direcionadas à esquerda, ciclofaixas direcionadas à direita, dentro e fora dos cruzamentos, faixa de retenção para bicicletas junto com uma linha de retenção parcialmente adiantada para bicicletas têm um efeito positivo na mobilidade dos ciclistas (Sørensen, 2009).

Em uma ciclovia direcionada à esquerda, uma curva ampla à esquerda será substituída por uma curva pequena à esquerda através do cruzamento. Desta maneira, os ciclistas terão uma rota mais direta e não terão que executar a curva à esquerda em duas etapas (seguir em frente e virar à esquerda) com o risco de precisar parar em um sinal vermelho duas vezes. De maneira limitada, esta medida também pode melhorar a mobilidade para os ciclistas que seguem em frente, pois evita que os ciclistas que viram à esquerda bloqueiem a ciclofaixa.

As ciclofaixas ao lado direito dos cruzamentos melhoram a mobilidade, pois evitam que os ciclistas que vão virar à direita bloqueiem o caminho dos ciclistas que seguem em frente. Isto é relevante se o semáforo permitir virar à direita ou se for permitido

virar à direita no sinal vermelho, como é, por exemplo, permitido nos EUA. Em ciclofaixas ao lado direito fora de cruzamentos evita-se que os ciclistas que viram à direita precisem parar para no sinal vermelho, o que diminui a quantidade de paradas e, por isso, melhora a mobilidade.

Haveria melhor acessibilidade se fosse usada uma faixa de retenção exclusiva para ciclistas nos cruzamentos, permitindo que o ciclista entre primeiro no cruzamento; ao mesmo tempo, seria mais fácil para o ciclista virar à direita através do cruzamento. Por outro lado, este tipo de faixa de retenção exclusiva não permite a possibilidade de fazer uma faixa separada para ciclistas virando à esquerda. Isso pode aumentar o tempo de espera no cruzamento. Enquanto a acessibilidade dos ciclistas melhora, esta medida pode prejudicar a capacidade no cruzamento para os veículos que devem esperar atrás dos ciclistas, podendo ser um problema se houver muitos veículos virando à direita. Para evitar ciclistas à frente, vários condutores escolhem passar a linha de retenção e ficam esperando dentro da faixa de retenção exclusiva para ciclistas no sinal vermelho (Hunter 2000, Anderson e Lund, 2009, Newman, 2002).

Tal como na faixa de retenção exclusiva para bicicletas, o ciclista entraria no cruzamento primeiro, também com uma linha de retenção adiantada para ciclistas e retraída para condutores. Isto é uma vantagem de acessibilidade restrita para o ciclista. Uma desvantagem na medida é que o tráfego na troca de fase do semáforo fica mais lento. Isso significa que o tempo tomado para esvaziar a área do semáforo aumenta, o que diminuiria a fluidez no cruzamento (Nielsen, 1993).

Uma ciclovia reduzida, retraída e adiantada pode prejudicar a mobilidade do ciclista (Sørensen, 2009).

A ciclovia reduzida pode prejudicar a mobilidade para os ciclistas, se o tráfego for misturado até o cruzamento. Neste caso, um engarrafamento de veículos motorizados pode bloquear os ciclistas. Se, ao invés disso, for instituída uma ciclofaixa até o cruzamento, a mobilidade não será prejudicada.

A ciclovia retraída e adiantada tem um efeito negativo em relação à mobilidade dos ciclistas. A medida funciona como diminuição de velocidade e, o ciclista tem que parar completamente, se tiver que dar a preferencial ou por conta da luz vermelha do semáforo. Na ciclovia adiantada, a construção, por outro lado, dá a possibilidade de atravessar o sinal verde,

algo que reduz o tempo de espera para atravessar, particularmente quando há muito tráfego.

Ciclofaixas que seguem pelo centro e marcações coloridas não têm nenhuma relevância (ou muito limitada) para a mobilidade (Sørensen, 2009).

Impacto no meio ambiente

A construção de faixas elevadas, ciclovias e marcações de ciclofaixas podem, a longo prazo e em conjunto com outras iniciativas para bicicletas, afetar a escolha de meio de transporte e, assim, fazer com que mais pessoas usem bicicletas. Jensen (2006), por exemplo, acha que a construção de ciclovias aumenta o tráfego de bicicletas e motos em 18 a 20% e reduz o tráfego de automóveis entre 9 e 10%. Estas mudanças são significativas. Ele também acha que as ciclofaixas aumentam o uso de bicicletas e motos em 5 a 7%, enquanto o tráfego de veículos motorizados neste caso fica sem mudanças. Um aumento no uso de bicicletas em detrimento do tráfego de veículos motorizados tem um impacto positivo na relação de consumo de energia, meio ambiente, barulho, poluição local e saúde.

A área compartilhada por bicicletas e pedestres, talvez as ciclovias e, em casos raros, a ciclofaixa podem ter um impacto negativo no uso do solo, uma vez que sua construção requer uma área maior do que a área de uma via somente para veículos.

Em geral, a integração de veículo motorizado e bicicletas produz uma percepção de insegurança com relação a acidentes para os ciclistas; por outro lado, se há uma separação, aumenta-se a percepção de segurança. A separação pode, no entanto, ter um impacto negativo sobre a insegurança em relação aos “incidentes desagradáveis” (Backer-Grondahl, Amundsen, Fyhri e Ulleberg, 2007). Em outras palavras, as faixas elevadas para ciclistas e ciclovias podem reduzir a insegurança entre os ciclistas em relação ao tráfego misto. A sinalização de ciclofaixas também reduz a percepção de insegurança, mas não na mesma forma que as ciclovias (Jensen, 2006, 2006c, Nilson, 2003, Statens vegvesen, 2003, Veidirektoratet, 2000)

O mesmo padrão vale para as diferentes construções de cruzamentos e sinalizações de ciclovias e ciclofaixas. Uma ciclovia reduzida, adiantada, centralizada ou alinhada à esquerda, onde automóveis e bicicletas em maior ou menor grau se misturam an-

tes ou depois do cruzamento, pode ser uma maneira de reduzir a segurança do ciclista. No entanto, com a ciclofaixa alinhada à direita fora do cruzamento, marcações coloridas no pavimento e talvez uma ciclovia isolada, pode haver um impacto positivo na segurança. A faixa de retenção exclusiva e a linha de retenção retraída podem aumentar a segurança, já que os ciclistas ficam mais visíveis, mas a faixa de retenção exclusiva para bicicletas também pode reduzir a segurança, pois os ciclistas se sentem pressionados pelos veículos que vêm por trás (Sørensen, 2009).

Custos

Com base em diversas fontes (Statens vegvesen, 2007, 2007a, Sælensminde, 2002, Vejdirektoratet, 2003) os custos para faixas elevadas, ciclovias e ciclofaixas podem ser estimados em aproximadamente NOK 8 milhões por quilômetro, e custos típicos para marcações de ciclofaixas podem ser estimados em aproximadamente NOK 1 milhão por quilômetro.

Os custos para o estabelecimento de uma rede de vias separadas para o tráfego de bicicletas vão depender do escopo e padrão, na medida em que a rede viária existente possa ser usada. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (2007a) calcula que o preço de uma rede viária para o tráfego de bicicletas nas cidades e bairros residenciais é de NOK 10.000 por quilômetro. Enquanto instalações de bicicleta nas rodovias nacionais e outras rodovias fora das cidades e bairros residenciais são de NOK 6.000 por quilômetro. O custo de ciclofaixas na via é significativamente menor do que a construção de ciclovias.

Além do custo de construção, pode ser considerado um custo de manutenção anual de NOK 38.000 por quilômetro por área compartilhada por bicicletas e pedestres. Os custos variam de lugar para lugar, dependendo das condições locais e da medida instalada (Amundsen e Kolbenstvedt, 2009).

Avaliações de custo-benefício

O benefício econômico e social de uma rede consistente de vias compartilhadas por ciclistas e pedestres nas cidades norueguesas parece ser pelo menos 4 a 5 vezes maior do que os custos (Sælensminde, 2002). Nesta estimativa estão incluídos os custos de

construção, de manutenção e o chamado fator de impostos, bem como o benefício na forma de acidentes de trânsito, tempo de viagem, insegurança reduzida, consequência na saúde, custos externos reduzidos em transporte motorizado e custos reduzidos de estacionamento.

A fração dos custos do benefício para a sinalização da ciclofaixa é provavelmente por volta de 10, ao passo que a linha de retenção adiantada para ciclistas no cruzamento tem uma fração dos custos do benefício de aproximadamente 13 (Elvik, 1999).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As autoridades de trânsito são responsáveis pelo planejamento e construção da infraestrutura para as bicicletas: áreas compartilhadas por ciclistas e pedestres, ciclovias com calçada e sinalização da ciclofaixa. A iniciativa para a construção deve ser tomada como uma atualização dos planos para a rede principal de bicicletas. Porém, a medida pode também vir de solicitações de moradores ao longo das vias ou de organizações interessadas em melhorar o tráfego do entorno.

Requisitos e procedimentos formais

O manual 233 da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, manual do ciclista (Statens vegvesen, 2003) indica critérios para a **escolha de soluções** para ciclistas. Elas dependem do tipo de área, velocidade e volume de tráfego. O manual também descreve os expedientes para planejamento, resoluções e construção das vias para ciclistas e pedestres. Isso é necessário na maioria dos casos com tratamento completo de regulamentação das construções físicas para bicicletas junto com outras iniciativas de vias, mas não para iniciativas de sinalização. As vias para bicicletas devem ser planejadas e construídas após um conjunto de planos para o tráfego de bicicletas, em que a escolha da solução é realizada de acordo com os manuais vigentes. As rotas para bicicletas devem ser consistentes, uniformes e atrativas para o uso. É uma tarefa importante conectar vários trechos isolados a uma rede consistente de vias para bicicletas. Em alguns casos não será conveniente utilizar construções existentes como parte da rede principal. Devem ser planejadas e estabelecidas novas soluções para o de-

envolvimento de uma rede de vias para bicicletas voltadas para o futuro.

Os critérios para a **construção** de vias para ciclistas e pedestres, ciclovias e ciclofaixas também estão indicados no manual do ciclista, ao passo que os critérios para a sinalização das vias para bicicletas e para a sinalização da permissão do uso de bicicletas contra sentido único estão descritos nas normas de sinalização (Statens vegvesen, 2009).

As exigências para o **padrão de manutenção** em vias para ciclistas e pedestres ao longo das rodovias nacionais estão determinadas no Håndbok 111 (Statens vegvesen, 2009). As autoridades locais podem determinar os próprios padrões de manutenção, respectivamente para a via municipal e para a via regional.

Responsabilidade pela execução da medida

As resoluções sobre a construção das vias compartilhadas por bicicletas e pedestres são de responsabilidade das autoridades, que devem aprovar os planos de regulamentação, de manutenção e orçamentos anuais. Normalmente as medidas de sinalização não são políticas. Os custos para a construção das vias compartilhadas por bicicletas e pedestres são cobertos pela autoridade de trânsito. Isso quer dizer que o Estado é responsável pela rodovia nacional; o governo estadual, pelas vias estaduais, e o município, pelas vias municipais.

1.2 AUTOESTRADA

O capítulo foi revisado em 2013 por Alena Høyev (TØ)

As autoestradas têm menor risco de acidente que as demais rodovias, onde os acidentes são mais graves e mais frequentes. As autoestradas também possibilitam uma maior velocidade; sendo assim, os tempos de viagem são mais curtos, contanto que o aumento do volume de tráfego não exceda o aumento da capacidade. Os efeitos das autoestradas sobre o meio ambiente são amplamente negativos; nas autoestradas, muitas vezes há um aumento do número total de quilômetros percorridos pelos veículos e maior velocidade, o que resulta no aumento das emissões de gases de efeito estufa, apesar de que, em alguns casos, podem-se reduzir as emissões por meio da diminuição da velocidade. Outros

efeitos ambientais adversos relacionados a rodovias são o ambiente natural e o aumento de ruído. Novas rodovias muitas vezes criam um novo tráfego e levam mais pessoas a escolherem o automóvel ao invés de outros meios de transporte, uma vez que, de maneira geral, dá-se preferência ao transporte privado.

Problema e finalidades

Muitas das principais rodovias antigas foram construídas para um volume de tráfego menor do que o que se tem hoje. Isto leva a uma mescla entre o tráfego local e o tráfego de longa distância, somado à má gestão de tráfego e outros acidentes. As demandas por viagens mais curtas, com menores custos de transporte e menos acidentes aumentam o interesse pelas rodovias, que podem atrair um tráfego pesado de alta velocidade e com pouca segurança.

As autoestradas foram construídas para absorver o tráfego pesado em alta velocidade com os mais baixos índices de acidentes. As autoestradas podem acumular o tráfego de longa distância de outras rodovias, de modo que os conflitos entre o tráfego de longa distância e o tráfego local sejam evitados.

Descrição das medidas

Autoestrada é uma rodovia com quatro ou mais faixas, com canteiros ou barreiras centrais, sem cruzamentos de nível e sem acesso direto às propriedades lindeiras, públicas ou particulares, ao longo da rodovia. As autoestradas são reservadas a veículos motorizados especificados nas normas de trânsito, sendo indicados na Noruega por sinais numéricos, Cód. 502 da autoestrada (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008). Tratores, ciclomotores, pedestres e ciclistas não são autorizados a trafegar nas autoestradas. O limite de velocidade nas autoestradas da Noruega é de geralmente 90 ou 100 km/h. Em 1º de janeiro de 2011 havia aproximadamente 340 quilômetros de autoestradas na Noruega (calculado com dados do NVDB – Registro Nacional de Estradas da Suécia).

Rodovia para tráfego motorizado (antiga autoestrada Classe B) é um tipo de rodovia na Noruega que não atende aos requisitos das normas rodoviárias de uma autoestrada padrão. Estas rodovias não têm acesso direto às propriedades lindeiras ao longo da via, são reservadas a veículos motorizados especifi-

cados nas normas de trânsito e indicados com sinais numéricos, Cód. 503 do tráfego na autoestrada (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008). O limite de velocidade nas rodovias para tráfego motorizado da Noruega é geralmente de 90 km. Na Noruega havia cerca de 370 km destas rodovias (calculados com dados do NVDB). Novas rodovias não serão construídas como rodovia para tráfego motorizado.

Impacto sobre os acidentes

Risco nas autoestradas em comparação com outros tipos de rodovias

As autoestradas têm menor risco de acidentes do que as demais, conforme número coletado por policiais que relataram acidentes com feridos em 1 milhão de veículos p/km. A tabela 1.2.1 mostra os números relativos ao risco nas rodovias nacionais da Noruega entre os períodos de 1971 a 1975 (Muskaug, 1981), 1977 a 1980 (Muskaug, 1985), 1986 a 1989 (Elvik, 1991), 1991 a 1994 (retirado da Parte I da edição anterior do Manual de Segurança Viária), 2000 a 2005 (extraído do Catálogo *Effect*) e 2006 a 2011 (obtido a partir das análises de dados do *National*, ou seja, do NVDB; Høye, 2013).

Os dados na tabela 1.2.1 mostram que as autoestradas têm um risco significativamente menor que as rodovias para tráfego motorizado e outras rodovias. A incerteza quanto aos dados é considerável, especialmente com relação aos anos anteriores, em que a notificação de acidentes era menor e o número de autoestradas por/km era mais baixo do que hoje. Os resultados mais relevantes da Noruega (2006-2011; Høye, 2013) mostram que as autoestradas têm 68%

menos acidentes com feridos por milhão de quilômetros percorridos por veículos que as rodovias nacionais, e 56% menos acidentes que as rodovias europeias e outras rodovias que fazem parte do sistema de rodovias TERN – Rede de Rodovias Trans-Europeias, mas que não se encaixam em uma autoestrada padrão. Com relação a mortos e gravemente feridos, a diferença é ainda maior. As autoestradas têm respectivamente de 88 a 94% menos mortos e gravemente feridos por milhão de veículos por quilômetro do que as de rodovias nacionais e, respectivamente, têm de 86 a 95% menos lesões graves por milhão de quilômetros percorridos pelos veículos do que as rodovias europeias e rodovias que fazem parte do sistema de Rodovias RTE, mas que não atendem os padrões de uma autoestrada.

Os números de risco de outros países também mostram que as autoestradas são as vias mais seguras, especialmente em comparação com as vias urbanas: Koornstra (1993; Países Baixos), Leden (1993; Finlândia), Marburger et al. (1989; Alemanha), Ramirez e outros (2009; Espanha), Thulin (1991, Suécia), UK DOT (1991; Reino Unido), US DOT (1992; EUA), Vejdatalaboratoriet (1991, Dinamarca). A pesquisa de Ramirez et al. (2009) mostra que os acidentes são 78% menos frequentes em rodovias com pedágios e entre 62% e 72% menos frequentes em outros tipos de rodovias, se comparados aos das demais rodovias sem fazer distinção. Um estudo da Suécia (Elvik & Amundsen, 2000) mostra que as autoestradas possuem 78% menos riscos de acidentes fatais e 19% menos riscos de acidentes com feridos comparando-se com rodovias “abaixo do padrão” (rodovias com um VDMA de mais de 8.000 veículos, que não são consideradas autoestradas padrão).

TABELA 1.2.1: ACIDENTES EM RODOVIAS NACIONAIS NA NORUEGA DE 1971-2011.

Tipo de rodovia	Acidentes notificados pela polícia com feridos por milhão de veículos p/km					
	1971-75	1977-80	1986-89	1991-94	2000-05	2006-11
Autoestrada, 100 km/h					0,08	0,059**
Autoestrada, 90 km/h/ Autoestrada Classe A	0,06	0,08	0,08	0,07	0,06	
Autoestrada/Rodovia Classe B	0,09	0,11	0,15	0,10	0,10	0,067
Rodovias (em áreas rurais)	0,33	0,30	0,25	0,17	0,13*	
Vias em áreas urbanas	0,59	0,57	0,36	0,38		
Rodovia TERN (veículo não motorizado/ motorizado)						0,133
Outras rodovias europeias e nacionais (veículo não motorizado/motorizado)						0,158
Rodovias regionais						0,186

* Aplica-se a outras rodovias cujo limite de velocidade é de 90 km/h.

**Aplica-se a todas as autoestradas (todos os limites de velocidade).

Estudos antes-depois das novas autoestradas

Quando há a construção de uma nova autoestrada, que passa a integrar a rede rodoviária existente, o declínio no número de acidentes geralmente não é tão grande quanto a diferença do risco de acidente entre autoestradas e outras rodovias. Há duas principais razões para isso. Em primeiro lugar, não se transfere todo o tráfego das rodovias existentes para a autoestrada. Segundo, as autoestradas provocam um tráfego recém-criado, especialmente se as rodovias existentes têm problemas de capacidade, conforme observado na relação abaixo com os estudos sobre novas autoestradas:

Newby e Johnson, 1964 (Reino Unido);
Leeming de 1969 (Reino Unido);
Olsson, 1970 (EUA);
Statens vegvesen, 1983 (Suécia);
Jørgensen, 1991 (Dinamarca);
Cirillo, 1992 (EUA) e
Holt, 1993 (Noruega).

Juntos, os resultados mostram uma diminuição no número de acidentes com vítimas em cerca de 7% [-4%; -9%] e nenhuma mudança no número de acidentes envolvendo danos materiais. Os estudos são relativamente antigos, e há pouca informação sobre quais são as rodovias ou áreas em questão.

Um estudo antes-depois recente da Austrália mostrou que o número de acidentes que foram relatados às companhias de seguros diminuiu 21% após uma nova autoestrada ter sido construída. Isto inclui acidentes em toda a área em torno da nova autoestrada (Ogden, 2002). Um estudo da Nova Zelândia (Wallis et al., 2012) mostrou, no entanto, que os custos dos acidentes permaneceram praticamente inalterados após uma rodovia ser reconstruída com as normas vigentes de uma autoestrada. No entanto, não estão claros quais eram os custos dos acidentes incluídos na avaliação e dos acidentes ocorridos nas rodovias antes da reconstrução.

Os resultados dos estudos antes-depois não podem necessariamente ser generalizados. O efeito sobre o número de acidentes depende em grande parte da nova autoestrada, se a rodovia é completamente nova ou uma rodovia já existente ou então se houve uma reformulação para uma autoestrada padrão (em caso afirmativo, questiona-se qual o padrão utilizado antes da reformulação). O número de acidentes na nova autoestrada também depende de como a autoestrada afeta o volume de tráfego

e da composição do tráfego tanto na autoestrada quanto nas outras rodovias da região, bem como o padrão e em que nível se encontram as outras rodovias na mesma área. Além disso, no panorama da autoestrada, consideram-se, por exemplo, o limite de velocidade, o número de faixas, a criação de um plano transversal diferente, a concepção do canteiro central e as barreiras de contenção, a iluminação da rodovia, etc., que afetam o número de acidentes nela (ver outros capítulos no Manual de Segurança Viária).

Medidas nas autoestradas

O número de acidentes em geral e de acidentes nas autoestradas depende da regulamentação e da criação de novo tráfego da autoestrada. As medidas que podem afetar os acidentes nas autoestradas são descritas em outros capítulos. Elas são: limites de velocidade (capítulo 3.11), pista reversível (capítulo 3.17), sinalização variável (capítulo 3.20), medidas para evitar tráfego na contramão (capítulo 3.28), controle comportamental por patrulhamento (capítulo 8.1 a 8.4) e custo das rodovias (capítulo 10.10).

O efeito do sistema antiofuscamento central foi investigado por Coleman e Sacks (1967) nos EUA e por Walker e Chapman (1980) no Reino Unido. O sistema antiofuscamento reduz o brilho e torna possível utilizar com maior destreza o farol alto. O número de acidentes com feridos em locais sem iluminação diminuiu 11% (-45; +45) e o número total de acidentes com feridos aumentou 6% (-25; +51). Os resultados não são estatisticamente confiáveis e podem ser alterados por dados anteriores.

Impacto sobre a mobilidade

As autoestradas fornecem melhor mobilidade aos veículos. Nas autoestradas da Noruega o nível de velocidade média gira em torno de 90 km/h. Nas rodovias do país em geral, o nível de velocidade depende do projeto das rodovias e do volume de tráfego, e gira em torno de 60 a 80 km/h. Em cidades e vilas, onde o nível de velocidade é de 40 a 60 km/h, observa-se um fluxo mais brando nas vias do que nas demais vias/rodovias. Além disso, as autoestradas reduzem as distâncias e tempos de viagem, o que pode facilitar o acesso a cidades e regiões que antes eram menos acessíveis (Grimes & Liang, 2008; Holl, 2007).

As novas autoestradas muitas vezes **provocam um aumento no volume do tráfego**, principalmente porque o tempo de viagem é mais curto do que nas outras rodovias (Gorham, 2009). Isso está documentado em vários estudos de diferentes países (incluindo Cirillo, 1992; Fulton et al., 2000; González & Marrero, 2012; Hansen, 1995; Holt, 1993; Jorgensen, 1991; Lian, 2008; Statens Vägverk, 1983; Zeibots, 2007, e várias referências em Naess et al., 2012). Dependendo da rede de rodovias e outras opções de transporte, o tráfego de outras rodovias ou de outras formas de transporte pode ser transferido para uma nova autoestrada. Alguns podem optar por fazer viagens mais longas (diferente dos demais), e rodovias podem levar mais pessoas a ter um veículo particular, aumentando o número total de viagens (Cervero, 2003; Gorham, 2009). Além disso, as novas autoestradas afetam o uso de algumas áreas, levando a novas construções tanto comerciais como residenciais (Antonioni et al., 2011).

Um exemplo que mostra que as novas autoestradas podem causar **mudanças na escolha do modal** é descrito por Zeibots & Petocz (2005). O aumento da capacidade em uma autoestrada em Sydney, na Austrália, fez com que o número de usuários de linhas ferroviárias paralelas diminuísse e o volume de tráfego na autoestrada aumentasse. Outro exemplo descrito por Mewton (2005) mostra que a inauguração de novas autoestradas levou a um aumento de 28% do tráfego, enquanto que o número de passageiros em trem em linhas ferroviárias paralelas diminuiu em 22%.

Observa-se um aumento no número e nas durações das viagens bem como da velocidade, o que leva a concluir, segundo Metz (2008) que o tempo de viagem total em longo prazo permanece inalterado. Isto se aplica ao tempo que algumas pessoas usam para viajar. A maior vantagem das novas rodovias que foram reestruturadas é, portanto, segundo Metz (2008), **garantir uma melhor mobilidade**, sem poupar o tempo.

Afirma-se frequentemente que as novas autoestradas contribuem tanto para a criação de um novo tráfego quanto para o **aumento da capacidade**, que é rapidamente “**devorado**” pelo novo tráfego, de forma que a capacidade da via a longo prazo não será melhorada. Cervero (2003) estimou que o aumento da capacidade das autoestradas nos primeiros oito anos após a inauguração amplia-se com o aumento do volume do tráfego devido a fatores externos, como o crescimento da população (40%), o aumento do

número de viagens por causa do aumento de capacidade (31%) e o aumento do número de viagens por causa de mudanças no uso de determinadas áreas (9%). Sendo assim, tem-se 20% do aumento da capacidade ainda “livres” e podendo ser explorados para melhorar o fluxo de tráfego a uma velocidade mais elevada. Também Lian (2008), em um estudo realizado em Oslo e Bergen, mostrou que o aumento da capacidade não necessariamente é “devorado” pelo aumento do tráfego, e outro fator que muito contribuiu para o crescimento do tráfego é sua dispersão. Um estudo na Grã Bretanha investigou as tendências do tráfego após o fim da construção de uma autoestrada nos arredores de Manchester (Rohr et al., 2012). Os resultados mostram que o tráfego sobre uma linha imaginária entre o novo segmento das autoestradas e as rodovias paralelas que ligam as mesmas áreas aumentou em 11,8% para o tráfego suburbano e em 13,8% para outros tipos de tráfego. O aumento do tráfego foi maior para o tráfego de veículos (transporte regional e outros tipos de tráfego, respectivamente +15,7% e +17 outros, 5%). Os fatores que contribuíram para o aumento do volume de tráfego foram as mudanças demográficas (+3% / +2%), as mudanças de destinos (+8,8% / +11,9%) e as mudanças na escolha do modal (+3,9% / +3,7%).

Alguns meios de transporte podem mitigar o aumento do volume de tráfego e, como resultado, tem-se o aumento da capacidade que é, entre outras, a regulação do uso do solo e a existência de melhores formas alternativas de transporte, como, por exemplo, o transporte coletivo (Cervero, 2003; Fulton et al., 2000).

Há pouco consenso sobre se novas rodovias levam a um aumento do volume de tráfego ou, no caso inverso, há um aumento do volume de tráfego em função do aumento das vias. Cervero e Hansen (2002) chegaram à conclusão de que a demanda (volume de tráfego) e a oferta (via pública) afetam uma à outra. Uma análise dos dados de 34 cidades na Califórnia ao longo de 22 anos mostra que, a cada um por cento do aumento na demanda (volume de tráfego), há um aumento da capacidade da via (pista/quilômetro) de cerca de 0,33 a 0,66%, sendo que a cada porcentagem de aumento da capacidade das vias há um aumento do volume de tráfego entre 0,59 e 0,79%. Fulton et al. (2000) observaram o efeito do aumento da capacidade com o aumento do volume de tráfego em uma mesma rodovia (entre 0,2 e 0,6%, considerando o aumento do volume de tráfego para cada aumento porcentual de capacidade). Neste estudo, o tráfego é estatisticamente controlado pelo volume,

podendo também afetar a capacidade. Prakash et al. (2010) mostraram que o aumento do investimento na construção das rodovias é um resultado do aumento do volume de tráfego, e que este não ocorre por si só quando se trata de um tráfego recém-criado (O estudo, no entanto, foi criticado, entre outros motivos, porque os investimentos rodoviários não estavam necessariamente ligados aos aumentos de capacidade; Goodwin & Noland, 2010). A maioria dos outros estudos sobre a relação entre a introdução das autoestradas (ou vias públicas em geral) e o volume de tráfego examinou tão somente o efeito do aumento da capacidade no volume de tráfego, sem levar em conta que o impacto também pode ser invertido (Cervero, 2003).

O impacto no meio ambiente

Novas rodovias podem afetar as condições ambientais de diferentes maneiras:

- As autoestradas muitas vezes requerem um **ambiente natural**. Exigências rigorosas para o alinhamento da rodovia significam que as autoestradas, em maior grau que as outras rodovias, devem ser construídas sobre aterros, ou ter túneis e pontes.
- O tráfego pesado e a alta velocidade nas autoestradas conduzem à **poluição sonora**. A eliminação da interferência nas residências próximas das rodovias muitas vezes obriga a uma maior distância da autoestrada, como também ocorre com outras vias.
- As autoestradas são uma **barreira** para o tráfego local, especialmente para os pedestres e ciclistas. Elas também podem evitar o tráfego de animais.
- O nível de velocidade mais suave nas autoestradas pode causar uma redução do consumo de combustíveis e **poluentes**.
- As novas autoestradas muitas vezes levam a um **aumento do volume de tráfego**. O aumento do volume de tráfego pode compensar ou mais que compensar a redução do consumo e as emissões resultantes de um nível mais suave de velocidade (Noland & Quddus, 2006). Um estudo norueguês (Praia et al., 2009) mostra que as rodovias novas e as reestruturadas quase sempre levam a um aumento das emissões de gases de efeito estufa, resultado principalmente de longas jornadas e mais pessoas usando o veículo próprio ao invés do transporte público.

A **própria construção da rodovia** também pode aumentar as emissões de gases de efeito estufa (Strand et al., 2009).

Custos

O custo para a construção de rodovias pode variar muito de lugar para lugar. Os custos para a construção de novas autoestradas entre 2008 e 2009 foram estimados em NOK 70.000 a 110.000 por metro para uma rodovia de duas pistas (12,5 m) com canteiro central; entre NOK 90.000 e 120.000 por metro para quatro pistas (16 m) com canteiro central, e entre NOK 100.000 e 160.000 por metro para quatro pistas (19 a 22 m) com canteiro central (Nasjonal transportplan, 2010-2019). Isto se aplica aos custos fixos totais, incluindo os custos de planejamento e de primeiras instalações. Os custos por metro/via são mais viáveis em grandes do que em pequenos projetos.

Avaliações de custo-benefício

A análise do custo-benefício da Nova Zelândia que avaliou a ampliação da autoestrada em torno da cidade de Auckland mostrou que os benefícios em termos do aumento da disponibilidade (medidos por meio do desenvolvimento do preço do imóvel) são mais de seis vezes superior ao seu custo (Grimes & Liang, 2008). Na Noruega, existem análises de custo-benefício de novas rodovias do NPRA como parte do planejamento de novas rodovias que inclui o padrão de autoestrada. O valor do custo-benefício varia conforme cada caso.

Um exemplo para ilustrar a importância dos vários fatores em uma avaliação de custo-benefício é o exemplo de uma rodovia fictícia com 10 km de extensão, um VDMA de 10.000 veículos, de duas pistas sem canteiro central ou divisão de pistas, sendo convertida em uma rodovia conforme o padrão de autoestrada. A conversão para autoestrada reduz os custos dos danos por milhão de veículos p/km em aproximadamente 80%. A velocidade média de fluidez livre aumenta de 70 para a 95 km/h, e a taxa de dirigir-se em tráfego pesado diminui de 20 para 10%. O crescimento anual estimado do volume de tráfego durante o período de análise é de 3%. Sob estas premissas e com a metodologia descrita por Høye (2013), pode-se calcular o seguinte benefício (valor presente de um período de projeto de 25 anos):

- Rodovia: NOK 350,4 milhões;
- Meio ambiente: NOK 25,4 milhões;
- Mobilidade: NOK 1,4476 bilhão.

A soma é de NOK 1,8234 bilhão. O custo será entre NOK 700 milhões e 1,6 bilhão – custos de in-

vestimento a que se fez referência no item anterior (Custos). O benefício é, portanto, provavelmente maior do que os custos de investimento. Os custos de manutenção dependem tanto do padrão da nova quanto da antiga rodovia e da condição da antiga rodovia. Os benefícios serão maiores com maior volume de tráfego, considerando-se que haverá um crescimento no volume de tráfego.

O cálculo não leva em conta qualquer tipo de tráfego recém-criado. O tráfego criado recentemente pode influenciar de diferentes formas o resultado.

- O tráfego que é transferido a partir de outros modais de transporte pode oferecer uma vantagem para a mobilidade (desde que o aumento do volume de tráfego seja menor do que o aumento da capacidade), que provavelmente afetará o impacto ambiental negativamente. O impacto sobre a segurança no trânsito depende de quais outras formas de transporte perderão a preferência dos passageiros.
- Por ser em um trecho mais curto, o tráfego causado pela troca de outro modo de transporte pelo veículo motorizado terá uma vantagem em termos da mobilidade. No entanto, não está claro como esses efeitos devem ser tratados a partir de uma análise de custo-benefício.

O impacto da nova rodovia de tráfego motorizado sobre o uso do solo e o impacto da atividade ao redor também não são levados em conta no cálculo.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O Estado formulou um programa de desenvolvimento de rodovias como parte do Plano Nacional do Transporte (*Nasjonal transportplan*, NTP). As autoestradas notadamente expandidas para fins de conexões internacionais servem também de ponto estratégico entre as maiores cidades do leste e algum outro ponto do país. A maior parte das redes de autoestrada na Noruega é chamada de rodovia de tráfego de veículo motorizado. Isto também se aplica às novas rodovias em construção.

Requisitos formais e procedimento

Os requisitos técnicos para as autoestradas estipulados nas normas de trânsito inclui o Håndbok 017

Veg- og gateutforming (2008). As autoestradas e rodovias de tráfego motorizado devem ser tratadas no âmbito da Lei de Planejamento e Construção, considerando seu impacto. Geralmente isso é feito como parte de um processo da comunidade. O esclarecimento detalhado da localização e a concepção do projeto de rodovia pode, então, ocorrer por meio do zoneamento no âmbito da Lei de Planejamento e Construção.

A responsabilidade pela execução da medida

Os custos de construção e manutenção abrangidos pelo titular da rodovia bem como os custos para a construção das principais autoestradas em larga escala na Noruega nos últimos anos têm sido financiados pelo pedágio.

1.3 ANEL VIÁRIO

O capítulo foi revisto em 2014 por Alena Høyve (TØI)

Os anéis viários são destinados a aliviar as vias com maior volume de tráfego nas cidades. O número de acidentes tem se mostrado cada vez menor, tanto nas rodovias intermunicipais quanto ao analisar os acidentes como um todo (acidentes nas rodovias vizinhas aos municípios e nos anéis viários). O volume de tráfego em municípios tende a ser menor. Embora vários estudos tenham demonstrado um aumento dos acidentes nos municípios, o alívio proporcionado pelo tráfego é um pré-requisito que facilita o acesso das vias aos municípios tanto para os pedestres como para os ciclistas ou veículos em baixa velocidade.

Problema e finalidades

A mistura entre o tráfego local e o tráfego de longa distância em cidades pode ter uma série de efeitos desfavoráveis tanto para a segurança do trânsito quanto para a capacidade de manobra e a comunidade local. As principais vias urbanas são úteis para o tráfego local e para o tráfego de longa distância e geralmente não podem satisfazer as necessidades de todos os usuários. Enquanto o tráfego de longa distância exige uma rapidez e eficiência no transporte, o tráfego local exige medidas de maiores extensões, como a possibilidade de virar ou atravessar a rodovia e facilidades para a locomoção de pedestres e ci-

clistas. A capacidade de manobra será relativamente pobre devido ao trânsito local, o que também pode levar a efeitos ambientais desfavoráveis (emissões e ruídos), enquanto que a facilidade de alta velocidade pode afetar a segurança e a mobilidade para o tráfego local de forma negativa, especialmente para pedestres e ciclistas.

Na Noruega, cerca de 20% dos policiais relataram acidentes de trânsito com vítimas em áreas urbanas. Entre os ciclistas e pedestres os ferimentos compreendem uma porcentagem mais elevada, de respectivamente 38% e 44%. Entre as pessoas com veículos, a proporção é de 13%. A grande proporção entre pedestres e ciclistas é provavelmente a mais significativa consequência do uso das vias por estes grupos de usuários, principalmente nas cidades e municípios, mas a mistura do tráfego local e do tráfego de longa distância e a simplificação das principais vias para o tráfego de longa distância também podem aumentar os riscos, especialmente para os pedestres e ciclistas. Uma pesquisa antiga na Noruega (Elvik & Muskaug, 1994) mostrou que as vias nas cidades e municípios esboçam um risco com 2 a 10 vezes mais chances de acidentes que as rodovias nas zonas rurais, sendo o risco especialmente alto nas rodovias vicinais e em vias de acesso. Estudos que desenvolveram modelos de acidentes mostraram que os acidentes nas cidades são 35% mais frequentes do que nas áreas rurais e que pedestres e ciclistas correm até três vezes mais riscos tanto estando nas cidades como em áreas rurais (Abdel-Aty & Radwan, 2000; Lee & Abdel-Aty, 2005; Sidiqui et al., 2012).

Os anéis viários levam o tráfego de longa distância para fora das cidades para que os conflitos entre o tráfego local e tráfego de longa distância sejam evitados. A construção de anéis viários é mais aceitável para medidas de redução de velocidade ou pró-ambientais (pelas principais vias que atravessam as cidades) do que para uma via que atende o tráfego. Outras medidas relativas à construção dos anéis viários é aumentar a acessibilidade para melhorar o ambiente nas áreas urbanas, aliviando o tráfego.

Descrição da medida

O anel viário geralmente é uma rodovia com limite de velocidade de ao menos 80 km/h. Adjacentes às rodovias existentes, ele passa pelos cruzamentos em nível e na altura do solo. Havendo edificações pela área tangente ao anel viário, utiliza-se rotatória para

ligação com a rede viária local. Anéis viários perto de grandes cidades ou municípios também podem atuar como vias de entrada para as cidades. A longo prazo, pode acontecer que um desvio que foi construído perto de uma vila torne-se novamente parte da cidade, à medida que o assentamento cresça (NPRA, 2006).

Impacto sobre os acidentes

Nas seguintes pesquisas, verifica-se a relação entre os anéis viários com o número de acidentes:

Newland & Newby, 1962 (Reino Unido);
 Beitostolen, 1969 (Noruega);
 Brandsæter, 1973 (Noruega);
 Haakenaasen, 1980 (Noruega);
 Estado Vägverk, 1983 (Suécia);
 Weissbrodt, 1984 (Alemanha);
 Furuseth, 1987 (Noruega);
 Nilsson, 1994 (Suécia);
 Amundsen & Hofset, 2000 (Noruega);
 Andersson, La Cour Lund & Greibe, 2001 (Dinamarca);
 Elvik, Amundsen & Hofset, 2001 (Noruega);
 Elvik, 2009 (Noruega) e
 Elias & Shiftan, 2011 (Israel).

A tabela 1.3.1 visa proporcionar melhor estimativa do efeito de anel viário sobre acidentes com base nestas investigações.

Os resultados mostram que tanto o número total de acidentes quanto o número de feridos decrescem após a construção dos anéis viários. Isto se aplica ao número total de acidentes tanto na via antiga quanto no novo desvio de rota. Elvik (2009) mostrou que o efeito dos anéis viários depende de quão grande é a cidade ou o município. A redução de acidentes é maior em cidades menores, enquanto o número de acidentes permanece inalterado ou aumenta quando os anéis viários são construídos em torno das grandes cidades (acima de aproximadamente 160.000 habitantes). Além disso, a variação do impacto dos anéis viários com o número de acidentes de um lugar para outro depende, dentre outras coisas, de:

- o quão grandes são os riscos nas vias da cidade antes de os anéis viários serem construídos: quanto maior o risco, maiores as chances de o número de acidentes diminuir;
- quanto do tráfego de longa distância é distribuído para os anéis viários: quanto maior o tráfego dis-

TABELA 1.3.1: IMPACTOS DOS ANÉIS VIÁRIOS SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual da frequência de acidentes		
	Tipos de acidentes e suas consequências	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-25	(-33; -16)
Grau de lesão não especificado	Todos os acidentes	-9	(-14; -5)

tribuído, maiores serão as chances de o número de acidentes diminuir;

- qual a ocorrência do tráfego recém-criado: quanto mais se formam tráfegos recém-criados, menor a frequência em que o número de acidentes diminui;
- como o risco nas rodovias intermunicipais mudou após a construção dos anéis viários: se a redução do risco na rodovia anterior entre os municípios (p/ex.) for bem sucedida, por medidas que visam reduzir a velocidade, tem-se o declínio do número de acidentes;
- o número de acidentes na intersecção que é estabelecido entre a rodovia anterior e o anel viário.

Dois estudos mostraram que, embora o anel viário reduza o número total de acidentes, observa-se que há um aumento do índice de acidentes em uma rodovia antiga associada a um anel viário. (Amundsen & Hofset, 2000; Cena et al., 2007). O aumento do risco da rodovia antiga nestes dois estudos foi respectivamente de 14 e 20%. O número total de acidentes na rodovia antiga diminuiu, e este fenômeno é explicado pela redução do volume de tráfego. Possíveis explicações para o aumento do risco na rodovia antiga, cujo tráfego encontra-se leve, seriam o aumento da velocidade e mudanças de padrões de tráfego nos cruzamentos.

Impacto na mobilidade

O anel viário aumenta a acessibilidade tanto para o tráfego de longa distância quanto para o tráfego local. O efeito dos anéis viários é maior quando localizado ao redor de cidades menores do que ao redor de cidades maiores. (Eagan et al., 2003). Os anéis viários podem facilitar a locomoção de pedestres e ciclistas para atravessar uma via em meio a um município porque, com volume de tráfego menor, o tempo de espera é reduzido. O possível aumento do volume de tráfego nos municípios pode levar a um efeito contrário. A nova rodovia, no entanto, pode ser uma barreira para a passagem do tráfego quando se tem um cruzamento em nível. Em um anel viário, normalmente haverá pouco ou nenhum tráfego no cruzamento.

O impacto no meio ambiente

Os anéis viários podem ter efeitos ambientais locais positivos como: redução do volume de tráfego e menos congestionamento nas vias antigas, consequentemente menos ruídos, vibrações, poluição do ar, barreiras e maior segurança. Também podem ser melhores as oportunidades que priorizam preocupações ambientais e com relação aos pedestres, ao se projetarem rodovias e cruzamentos.

Estes efeitos positivos, no entanto, podem ser compensados ou mais do que compensados pelos efeitos negativos da intervenção e das desvantagens ambientais em áreas que constituem o novo anel viário, bem como pelo aumento do uso do solo pelas rodovias (Eagan et al., 2003; Nielsen, 2000). Possíveis efeitos causados a longo prazo pela localização dos anéis viários e padrões de viagem podem aumentar o uso do automóvel e intensificar o uso da estrutura urbana de transportes. Uma discussão mais detalhada dos efeitos sobre as condições ambientais encontra-se disponível no diretório de Medidas (www.tiltakskatalog.no).

Custos

Não foram encontrados dados com valores de custos relevantes relacionados à construção de anel viário.

Avaliações de custo-benefício

Um exemplo de cálculo com base nos dados de uma pesquisa sobre os impactos dos 20 anéis viários na Noruega (Amundsen & Hofset, 2000) mostra os possíveis efeitos econômicos dos anéis viários. Considera-se o exemplo de cálculo com base nas seguintes conjecturas: O tráfego da rodovia anterior até o município era em média de 4.525 veículos por dia antes da construção do desvio e de 1.785 veículos após a construção do anel viário. O volume de tráfego nos anéis viários varia, tendo uma média em 4.105 veículos por dia. O número de acidentes foi reduzido a uma média de

19%, o que corresponde a um decréscimo anual de aproximadamente 0,68 ferido por município ao ano. A distância média de um anel viário foi de 4,3 km. Supõe-se um nível de velocidade média de 50 km/h na cidade e 80 km/h no anel viário. Os custos de tempo, os custos de operação dos veículos e os custos ambientais por quilômetro/veículo para anel viário em ambientes de tráfego diferentes são tomados a partir de Elvik (2002). O período de análise é de 25 anos, com 5% de taxa de desconto e 0% de crescimento real anual. Os resultados mostram que os benefícios são um pouco maiores (NOK 113 milhões, valor atual) do que os custos (NOK 110 milhões, valor atual).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A priorização dos anéis viários sobre as rodovias estaduais é realizada por programas de ação do plano nacional de transportes. A priorização das vias municipais com anéis viários é considerada nos programas de ação para o Conselho das Vias Municipais.

Requisitos e procedimentos formais

Ao projetar os anéis viários, aplicam-se as normas rodoviárias previstas. O projeto deve ser preparado de acordo com o zoneamento e com o Ato de Planejamento e Construção, que geralmente requer que se adquira o terreno para fins rodoviários, seja por compra ou desapropriação.

O planejamento de anel viário é complicado e impacta várias partes interessadas. Além do zoneamento, geralmente é necessário o desenvolvimento do estudo do impacto ambiental e municipal.

A responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pelo anel viário encontra-se com a autoridade rodoviária, ou seja, a autoridade estadual, e com o conselho de vias municipais. Ao construir um anel viário, a rodovia antiga que passa pela cidade será rebaixada para via municipal (anteriormente chamada de autoestrada). O conselho ou o município assumirá a responsabilidade pela manutenção da nova rodovia municipal.

1.4 VIAS PRINCIPAIS E VIAS DE ACESSO PARA AS CIDADES E BAIRROS

O capítulo foi revisado em 2001 por Rune Elvik (TØI) e parcialmente revisado em 2011 por Alena Høyе (TØI)

Problema e finalidades

Em muitas das principais cidades e bairros noruegueses a via principal foi construída para uma capacidade de tráfego menor do que se tem hoje. Isto leva ao congestionamento e tráfego pesado. A capacidade insuficiente das vias principais pode transferir o tráfego para rodovias vicinais e vias de acesso não destinadas ao tráfego de longa distância. O trânsito intenso em áreas residenciais prejudica o ambiente e torna-o inseguro, impactando a qualidade de vida especialmente de crianças e idosos. Não há estatísticas nacionais que mostram a extensão do congestionamento de tráfego na Noruega.

Vários estudos mostraram que o risco de acidentes aumenta quando o volume de tráfego se aproxima do limite de capacidade da via (Zhou e Sisiopiku, 1997; Chang, Oh e Chang, 2000; Martin, 2001; Lord, Manar e Vizioli, 2005).

Alguns estudos também mostraram que a relação entre a capacidade de utilização em uma via e os riscos de acidentes tem o formato U (curva estatística), o que significa que o risco é menor num tráfego de densidade média (Zhou e Sisiopiku, 1997; Chang, Oh e Chang, 2000; Martin, 2002). O grau de utilização da capacidade significa a relação entre o tráfego em tempo real e a capacidade da via (volume/capacidade, volume/capacidade, V/C). O alto risco combinado ao tráfego leve mostra que a velocidade dos veículos às vezes é maior quando há pouco tráfego e que este é mais arriscado à noite, por conta da falta de luminosidade. O risco é alto no tráfego pesado, particularmente para acidentes com danos materiais. Os estudos mostraram uma correlação entre o formato de U e o V/C, sendo que o risco de acidente é baseado em seu número total, isto é, não existe qualquer distinção entre os diferentes tipos de acidentes.

Lord, Manar e Vizioli (2005) mostraram que existem diferenças entre os diferentes tipos de acidentes. Os resultados deste estudo mostram que o número de acidentes com várias partes envolvidas aumenta continuamente com o aumento do V/C,

enquanto o tráfego de carga está abaixo do limite de capacidade. O número de acidentes envolvendo um único veículo aumenta conforme o aumento do V/C, onde um V/C possui cerca de 0,2. Quando o V/C aumenta, o número de acidentes envolvendo um único veículo diminui. A estimativa do número total de acidentes é calculada como a soma do número de acidentes envolvendo um único veículo, e o número de acidentes com várias partes envolvidas aumenta com o aumento do V/C. Em contraste com os resultados que se encontram resumidos acima, estes são os resultados dos acidentes.

Uma série de estudos tem tentado determinar se as filas e o congestionamento aumentam o risco dos acidentes, ou seja, se, quando isso acontece, verificam-se mais acidentes no trânsito do que aumento no volume de tráfego que por si só se sugere. Os resultados divergem em parte e não é possível tirar conclusões simples sobre a relação entre o congestionamento e os acidentes. O único resultado que é consistente é a ocorrência de acidentes menos graves quando há congestionamento, o que pode ser explicado pela velocidade média inferior.

Alguns estudos mais antigos mostraram que o risco de acidentes é duas vezes maior na hora do rush, no trânsito, do que em outras partes da cidade (Persaud e Dzbik, 1993; Sandhu e Al-Kazily, 1996; Sullivan, 1990). Isso se aplica tanto aos acidentes com feridos graves quanto aos com danos materiais. Hall e Polanco de Hurtado (1992) estudaram a relação entre a utilização da capacidade da via e os acidentes nos cruzamentos, não encontrando, porém, uma correlação clara. Segundo Shefer (1994), o número de vítimas fatais aumenta com o aumento do volume do tráfego, mas apenas quando está abaixo da capacidade. Sendo o volume do tráfego maior do que a capacidade, assume-se que o número de mortes diminua, o que é atribuído principalmente à velocidade, que também diminui. Quando o tráfego estiver estagnado, não haverá mais acidentes.

Dois estudos realizados em Londres mostraram que não há correlação entre o número de acidentes onde há fila *vs.* onde não há fila (Noland e Quddus, 2006; Wang, Quddus e Ison, 2009). Noland e Quddus (2005) mostraram que há menos acidentes quando há filas do que quando não há, e eles são menos graves. Nas autoestradas e outras vias de alta velocidade com poucos pedestres ou nenhum, os autores assumem que há uma correlação muito maior entre as filas e a redução da gravidade do acidente do que com o trânsito urbano. No estudo de Wang, Quddus

e Ison (2009), estimou-se o índice de fila com base no tempo de viagem real média em comparação com o tempo de viagem no tráfego com fluidez normal.

Shinar e Compton (2004) mostraram que o comportamento do condutor é mais agressivo durante o horário de rush do que fora dele ou nos fins de semana, não importando se há congestionamento ou não. Foi observado um comportamento mais agressivo quando houve engarrafamento do que quando não houve, mas esta ligação se deve apenas a um grande número de veículos.

Muitos condutores descrevem os congestionamentos como “irritantes”. Um estudo americano (Ebbesen e Haney, 1973) mostrou que os condutores, para entrar na via, eram menos tolerantes aos intervalos de tempo quando tinham de esperar em um congestionamento na via lateral do que quando eles podiam entrar numa via sem qualquer via lateral de espera.

A construção de novas vias principais e vias de acesso para as cidades e a expansão da capacidade das vias principais existentes têm, como medida de segurança rodoviária, que se destinar a:

- Coletar o tráfego de longas distâncias das vias principais com capacidade suficiente e alta segurança;
- Fazer o possível para proteger os bairros residenciais e áreas centrais do tráfego.

Outras medidas importantes são: a construção das vias principais e vias de acesso visando melhorar a mobilidade, reduzir o tempo no trânsito, diminuir os custos da operação do veículo e melhorar as condições ambientais por meio da redução do ruído e da poluição.

Descrição da medida

As vias principais e vias de acesso constituem a malha viária principal nas cidades e bairros, uma vez que estas são destinadas a liquidar o tráfego para o centro e vindo dele, passando pela cidade ou bairros. As vias principais e as vias de acesso de várias cidades norueguesas foram construídas nos últimos anos. Novas vias principais e vias de acesso são geralmente construídas sem saídas diretas para as propriedades ao longo da via. O planejamento de interseções com vias públicas visa aumentar o nível das interseções para o alto padrão. Este capítulo levou em conta as seguintes medidas no que se refere às vias principais e às vias de acesso para as cidades:

- Construção de novas vias principais ou vias de acesso;
- Aumentar a capacidade das vias principais ou vias de acesso já existentes;
- Menos reparação nas vias principais ou vias de acesso existentes.

Além dessas medidas, são necessárias novas ações nas estradas antigas, quando se constrói uma nova via principal. Dentre elas destaca-se a reconstrução ambiental da via, já discutida em outros capítulos.

Impacto sobre os acidentes

Construção de novas vias principais ou de vias de acesso

As seguintes pesquisas são baseadas nos impactos sobre os acidentes com a construção de novas vias principais ou vias de acesso para as cidades:

Jadaan e Nicholson, 1988 (Saída sul em Christchurch, Nova Zelândia);

Jørgensen, 1991 (Autoestrada sul em direção a Odense, Dinamarca);

Holt, 1993A (Nova Rota Europeia Seis, leste para Trondheim);

Sæverås, 1998 (Estrada de acesso a oeste para Bergen); reanalisada por Elvik (2002) e

Amundsen e Elvik, 2003 (Túneis de Festnings, linha de Granfoss, Túnel de Ekeberg).

Com base nestes estudos, a melhor estimativa do impacto das vias principais e vias de acesso sobre a redução do número de acidentes com feridos é de 1% (-9; 8). Em outras palavras, o número de acidentes com feridos manteve-se praticamente inalterado.

As novas vias principais aumentaram o volume do tráfego nas cidades. Para as vias incluídas nas pesquisas acima, o tráfego recém-criado aumentou em média 16%. O número de acidentes (por milhão de veículos por quilômetro) diminuiu 17%. Estes dois efeitos virtualmente cancelam-se entre si.

Melhoria da mobilidade nas vias principais e vias de acesso já existentes

O fluxo de tráfego nas vias já existentes pode ser melhorado com as medidas que aumentam a capacidade das vias. Isto se aplica no pressuposto de que

as medidas não implicam um aumento tão grande do volume de tráfego e que o aumento do volume de tráfego supera o aumento da capacidade. A capacidade de uma das vias principais ou vias de acesso pode ser aumentada por meio de diversas medidas descritas em outros capítulos, como, por exemplo, com:

- A construção de cruzamentos em desnível (ou interconexão) (capítulo 1.9);
- A introdução de mais faixas (capítulo 1.11);
- A mudança no regulamento do tráfego em cruzamentos (capítulos 1.6 e 3.9) e
- A proibição de estacionamento (capítulo 3.15).

Outras medidas podem melhorar o fluxo de tráfego em vias existentes, sem expandir a capacidade viária. Alguns exemplos são:

- Melhorar a manutenção de inverno nas vias (capítulo 2.5);
- Instalar a pista reversível (capítulo 3.17);
- Utilizar a regulamentação e a seleção de rota dinâmica (capítulo 3.19);
- Instalar campo coletivo ou de utilização conjunta (capítulo 3.28);
- Planejar as vias com os cruzamentos separados (capítulo 3.23) e
- Introduzir tarifação viária, tais como as taxas de congestionamento (capítulo 10.10).

Reparos menores nas vias principais e vias de acesso já existentes

Encontrou-se somente um estudo de medidas de reparos menores nas vias principais ou vias de acesso já existentes (Flagstad, 1990). A pesquisa se aplica à retificação geral das vias de acesso para Bergen. A investigação não conseguiu provar qualquer alteração estatisticamente significativa nas taxas de acidentes como resultado das medidas corretivas. O número de acidentes aumentou em 15% (-20%; + 65%). Esta alteração não é maior do que poderia ser devido à variação aleatória no número de acidentes.

Impacto na mobilidade

Têm-se as medidas que aumentam a capacidade das vias e outras medidas que melhoram o fluxo de tráfego e que normalmente acarretarão uma melhor mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Um pré-requisito para melhorar o meio ambiente nas grandes cidades com a construção de novas vias é que os ganhos nas malhas viárias antigas são suficientes para compensar as desvantagens da nova via. A nova via, na maioria dos casos, representa uma intervenção significativa no meio ambiente, independentemente do volume de tráfego. O aumento do volume de tráfego em uma área anteriormente intocada pode ser percebido como uma desvantagem maior do que o ganho da redução do ruído do tráfego na malha viária anterior. Os 5.000 veículos diários em uma nova via surtirão como um novo problema de ruído para muitos que vivem nas proximidades, enquanto que uma redução do tráfego de 20.000 para 15.000 veículos por dia mal será perceptível para aqueles que vivem ao longo da via antiga. Outros problemas ambientais, como a poluição e os efeitos das barreiras, serão, no entanto, menores neste exemplo.

Um estudo sobre os principais desvios de trânsito a leste de Oslo encontrou efeitos benéficos para o meio ambiente com a adição de um novo túnel na via principal, combinado com o tráfego na antiga malha viária (Kolbenstvedt, 1998). A abertura do túnel Vålerenga reduziu o tráfego na antiga via principal (E6 Strømsveien) em cerca de 50% entre 1987 e 1989. O tráfego pesado foi reduzido ainda mais. Isso gerou grandes benefícios ambientais, mas foi só depois que a via antiga foi fechada que as condições ambientais melhoraram significativamente. Após a abertura do túnel Ekeberg em 1995, o tráfego foi essencialmente estabilizado no nível baixo.

Os desvios para as vias principais, com o fechamento das vias associadas, também facilitou uma série de outras melhorias ambientais na área, o que reduziu o estresse no trânsito mais do que o esperado, considerando-se o nível de carga real. Levantamentos realizados em 1987, 1990, 1994 e 1996 mostram que os moradores da região agora são muito menos incomodados pelo tráfego nas vias e por outros problemas ambientais de trânsito diferentes. No entanto, 40% dos moradores continuam a reclamar que o tráfego é o maior problema ambiental na área (Kolbenstvedt, 1998). Isto corresponde ao que pode ser encontrado em outras áreas das cidades norueguesas centrais (Nielsen, 2000).

O anexo do túnel sob o centro de Oslo também deu ganhos ambientais significativos à malha viária existente, levando a Câmara Municipal a quase fechar o tráfego de veículos.

Os impactos ambientais regionais das novas vias principais e vias de acesso para as cidades estão particularmente relacionados ao consumo de combustível. Esses efeitos vão depender de o quanto a nova via pode facilitar ou não o aumento do trabalho com os transportes (p. ex.: rota mais longa ou melhor acessibilidade). No entanto, é difícil determinar quais mudanças de tráfego estão associadas aos novos sistemas viários, que se alteram devido a outros fatores da sociedade. Foi feita uma revisão da literatura e da eficácia dos estudos de outras cidades em outros países (Nielsen, 2000) e concluiu-se que se deve fazer distinção entre:

- Os efeitos de curto prazo para a construção de novas vias na cidade atuam no curso de 1 a 2 anos após a nova via ter sido adotada, e
- Os efeitos em longo prazo são difíceis de determinar, pois são apresentados apenas 5 ou 10 anos mais tarde.

A nova via principal será, em curto prazo, para aliviar as vias paralelas já existentes de outros tráfegos (particularmente o tráfego pesado e grande parte do tráfego restante), proporcionando benefícios ambientais ao longo dessas vias. Nas grandes cidades, a nova via desencadeia uma demanda latente, que faz com que o tráfego total nos atuais corredores de transporte aumente. Um extenso estudo da CEMT/OCDE de transporte nas cidades concluiu que as “regiões urbanas”, mesmo com a mais extensa malha viária, contam com grande parte da aglomeração e congestionamento nas vias. As tentativas de resolver o problema de aglomeração desta forma (com a construção de mais e mais vias) provocam mudanças profundas nas cidades europeias, pois, além de o custo ser proibitivo, essas medidas não acabariam com o congestionamento (ECMT/OECD, 1995, side 17; ECMT = Conferência Europeia do Ministério dos Transportes).

Custos

Uma compilação dos dados relativos aos custos na Noruega (Elvik, 1996) mostra que os custos para a construção de novas vias principais ou vias de acesso para as cidades são em média de NOK 60 milhões por km (\pm NOK 20 milhões). A retificação das vias principais ou vias de acesso custa em média NOK 20 milhões por km (\pm NOK 1 milhão). A expansão de duas para quatro faixas no anel viário em Trondheim custou cerca de NOK 30 milhões por quilômetro para a rede viária im-

pactada (nível de preço do final dos anos 1990; a extensão da medida incluía, além da malha viária, rodovias europeias vicinais com 6 faixas, passeios e ciclovias).

A construção de túneis adjacentes às vias de Oslo pode custar cerca de NOK 1,4 bilhão (1990). Os custos para a linha de Granfoss foram de cerca de NOK 550 milhões (1992), enquanto que o túnel de Ekeberg pode ter custado cerca de NOK 760 milhões (1995). A reestruturação da via no anel viário principal no trecho de Sinsen-Storo custou NOK 455 milhões (1994). O custo médio por quilômetro de via para estas instalações foi de NOK 288 milhões.

Avaliações de custo-benefício

É difícil fazer uma análise satisfatória do custo-benefício das novas vias principais ou das vias de acesso para as cidades e bairros, porque esses sistemas viários têm efeitos complexos, tanto a curto como a longo prazo. O impacto a longo prazo, especialmente na utilização e distribuição das viagens entre os diferentes modos de transporte terrestre, tem sido até agora difícil de incluir no custo-benefício de modo satisfatório. Ainda é possível criar exemplos numéricos que sugiram possíveis efeitos no curto prazo para os principais projetos viários nas cidades e bairros. Em 2001, foram realizados dois exemplos de cálculos, principalmente com base nos dados empíricos de projetos noruegueses.

Um exemplo diz respeito à construção de uma nova via de acesso ou via principal. Supõe-se que uma determinada via não afete o número de acidentes. A gravidade dos acidentes diminui; por outro lado, aumenta o número médio de vítimas por acidentes (para os projetos de Oslo, este aumento foi de 1,30 a 1,44 pessoa por acidente). Não se espera, portanto, que os custos dos acidentes mudem.

Acredita-se que um projeto típico tenha um fluxo de tráfego anual de 55 milhões de veículos por quilômetro antes que uma nova via principal seja construída. Isto corresponde a um tráfego diário médio anual de cerca de 42.000 veículos, assumindo uma extensão viária de 3,5 km. Presume-se que 20% deste tráfego flui em uma fila, com uma velocidade média de 15 km/h. Após a construção da nova via principal, presume-se que 80% do tráfego na via principal anterior seja transferido para a nova via principal, presume-se que 20% continue

utilizando a via principal. Assume-se que a velocidade média do tráfego seja de 50 km/h na via anterior e 70 km/h para 80% do tráfego na via principal recém-criada. Os 20% do tráfego restante na via recém-construída flui a uma velocidade de 35 km/h. Sob essas condições, o custo do tempo poupado é estimado em aproximadamente NOK 75 milhões por ano.

A poupança nos custos operacionais do veículo foi calculada com a mesma base, conforme especificado para custos de tempo, sendo de cerca de 9 milhões de euros por ano. Os cálculos mostraram uma diminuição dos custos ambientais de cerca de 16 milhões de coroas ao ano. Presume-se, então, que a nova via chegue a um túnel ou (ainda mais longe) a um assentamento, podendo ser considerada uma via que passa por diversos assentamentos dispersos e que leva em conta o impacto ambiental.

Recentemente, o tráfego criado pôde ser definido em 15%. Como utilidade, tem-se o conjunto de regras de trânsito recém-criado, beneficiando metade do tráfego já existente. Os resultados da análise de custo-benefício são calculados para valor presente por mais de 25 anos, com 5% de taxa de desconto anual, conforme a tabela 1.4.1.

O benefício neste caso é representado por projetos de túneis adjacentes, como a linha de Granfoss e o túnel de Ekeberg em Oslo, estimados em NOK 1,486 bilhão. Os custos estão estimados em NOK 1,114 bilhão. O benefício é maior do que os custos. Os custos dos principais projetos viários variam muito. O cálculo no exemplo não leva em conta o fato de que o tráfego recém-criado pode, em questão de anos, sobrecarregar as vias novamente, de modo que o congestionamento fique tão extenso quanto era antes de o desenvolvimento começar.

Outro exemplo de contagem aplica-se à expansão das vias principais existentes para quatro ou mais faixas, combinadas com a construção de canteiro central e a reconstrução dos cruzamentos em nível para cruzamento em diferentes níveis. Com base nas informações do Sinsen-Storo e do anel viário em Trondheim, declarou-se que o número de acidentes com feridos diminuiu de cerca de 18 para cerca de 9 por ano. O custo declarado por acidente caiu de 2 milhões para 1 milhão. Isto se deve a uma redução significativa da gravidade dos acidentes. Dos custos dos acidentes, poupou-se um valor de NOK 26,3 milhões ao ano.

TABELA 1.4.1: UM EXEMPLO DE ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO DE UMA NOVA VIA PRINCIPAL NA CIDADE, COM BASE NOS DADOS SOBRE O TÚNEL FESTNING, LINHA DE GRANFOSS E O TÚNEL DE EKEBERG.

Benefício ou custo elementar	Valor presente, milhões de coroas
Redução dos custos dos acidentes	0
Redução dos custos de tempo (apenas veículo motorizado)	1057
Redução dos custos operacionais dos veículos	130
Redução dos custos ambientais	221
Vantagem do tráfego recém-criado (descontinuado em nova via)	97
Aumento dos custos ambientais, como resultado do tráfego recém-criado	-20
Benefício total	1486
Custo da construção (Túnel de Festning, Granfoss, Ekeberg)	903
Valor presente dos custos de manutenção de novas vias (NOK 500.000 km/ano)	25
Preço (dos impostos) em dólares do orçamento público	186
Custo total	1114

Quando se trata de tráfego, fazem-se os mesmos pressupostos para a construção de uma nova via principal. Vinte por cento do tráfego se deslocava a 15 km/h e 80%, a 50 km/h antes da nova via principal. Após a construção, o deslocamento dos 20% do tráfego passou para 50 km/h, e dos 80%, para 70 km/h. O fluxo do tráfego esperado é de 30 milhões de quilômetros de veículos por ano. A extensão da via é de aproximadamente 2,5 quilômetros. Os custos com o tempo economizado podem ser de NOK 50 milhões ao ano.

Para os custos operacionais dos veículos, também foram feitas as mesmas premissas, como no exemplo acima. A economia anual pode ser de NOK 6,7 milhões ao ano. Uma vez que estes custos referem-se à expansão de uma via já existente, que geralmente estende-se ao longo de uma área urbana, os custos ambientais são não reduzidos. Pode-se calcular que o custo ambiental para uma via principal em área densamente povoada aumentará em torno de NOK 1,3 milhão.

O valor presente total de benefícios (25 anos, com juros de 5%) foi calculado em NOK 1,1691 bilhão. Os custos para o desenvolvimento do Sinsen-Storo incluem os impostos, que foram de NOK 549,4 milhões. Os benefícios, portanto, claramente superam os custos.

Simulações de computação mostram que a construção de uma via nova principal ou a expansão das vias existentes pode proporcionar um benefício maior do que os custos. Isto se deve principalmente à melhoria do fluxo de tráfego que estes projetos podem fornecer a curto prazo. No entanto, não está claro por quanto tempo duram essas melhorias.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a construção das novas vias principais e de acesso para as maiores cidades da Noruega é parcialmente tomada por empresas locais, políticos e representantes dos condutores e residentes, e também pelas autoridades centrais. Medidas de construção de rodovias nacionais estão incluídas no Plano Nacional de. No início de 1990, foi realizado um planejamento de transporte global para as dez maiores áreas metropolitanas da Noruega (Tjaden, 1993; Lyssand Larsen, Lerstang, Mydske, Ovas, Solheim, Stenstadvold e Strand, 1993; Sager, Bertelsen Gryteselv e Langemyhr, 1993; Andreassen, 1993). O processo do uso de terra foi coordenado e planejado para transportes em vários graus e continuou em várias regiões metropolitanas.

Requisitos e procedimentos formais

A preparação e o planejamento viário devem estar alinhados à Lei de Planejamento e Construção. A construção ou expansão substancial das vias principais ou vias de acesso devem ser realizados por meio da adoção de um planejamento regulamentado. Para as novas vias principais/vias de acesso, normalmente será também necessária uma avaliação prévia do impacto ambiental e municipal. As exigências técnicas para o projeto das vias encontram-se no Håndbok 017, Projeto de ruas e estradas (2008).

Quando se planeja uma via seguindo a Lei de Planejamento e Construção ou uma expansão substancial da via principal ou vias secundárias requer

se zoneamento. A uma nova via/via secundária normalmente serão necessários uma avaliação do impacto das prioridades municipais e ambientais. As exigências técnicas para o projeto das vias encontram-se no Håndbok 017, Projeto de ruas e estradas (2008).

O planejamento das novas vias principais e das vias de acesso costuma ser (tecnicamente) muito complicado. Devem ser considerados os edifícios existentes e o uso do solo. Também devem ser pesadas a economia e as desvantagens relacionadas ao transporte para residentes e empresas na vizinhança.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pela execução dos projetos de desenvolvimento que foram aprovados para a rede viária é da autoridade viária, isto é, são projetos das rodovias estaduais, sendo os regionais do governo estadual e os municipais do governo municipal. Ao se tratar de rodovias, a autoridade recai sobre a autoridade parlamentar superior.

A maioria das novas vias principais e vias de acesso foram financiadas por fundos públicos, mas nos últimos anos o financiamento do pedágio tornou-se mais comum. O pedágio financia a rodovia em construção e deve ser aprovado pelo Parlamento. Em cidades próximas de Oslo, Bergen e Trondheim foram criadas as chamadas “toll-ins”, ou seja, praças de pedágio em todas as vias de acesso já existentes para o centro da cidade.

1.5 CANALIZAÇÃO NOS CRUZAMENTOS

Capítulo revisado em 2013 por Alena Høyve (TØI)

Em vias com cruzamentos, os riscos de acidentes são geralmente altos e as oscilações diante das conversões podem causar lentidão de tráfego em direção ao cruzamento. As canalizações nos cruzamentos, ou seja, a construção de campos para a conversão à esquerda e/ou direita, foram idealizadas para reduzir os acidentes em cerca de 20%. A opção de conversão à esquerda provoca uma redução um pouco mais relevante dos acidentes no cruzamento em X do que no cruzamento em T. Os pontos de canalização nas laterais das vias e passagens são resultados inconsistentes e não significativos estatisticamente. As canalizações nos cruzamentos podem melhorar a capacidade de manobra

nos cruzamentos. No cruzamento com tráfego pesado e altas proporções de flutuação de tráfego, a canalização no cruzamento produz maiores impactos positivos, tanto na segurança viária quanto na acessibilidade dos cruzamentos com pouca oscilação de tráfego.

Problema e finalidades

As intersecções são pontos difíceis e perigosos para todos os usuários da via. A grande maioria dos acidentes, especialmente os graves, ocorre ao longo da via, nas intersecções (Christensen, 1988; Statens vegvesen, Håndbok 115, 2007). Os tipos mais comuns de acidentes em intersecções são colisões entre veículos se aproximando vindo de direções diferentes, colisões durante embarque e desembarque e atropelamentos.

Aproximadamente 40% de todos os relatos policiais de acidentes de trânsito com vítimas ocorreram em cruzamentos. Os acidentes mais graves nos cruzamentos são acidentes entre veículos se deslocando em direções que cruzam, bem como acidentes envolvendo pedestres ou ciclistas. Dados sobre os acidentes na Noruega de 2006 a 2011 mostram que os acidentes relacionados com conversão à esquerda no cruzamento constituem 29% de todos os acidentes no cruzamento em T, sendo, portanto, o tipo de acidente mais comum nesses cruzamentos. Nos cruzamentos em X, os acidentes relacionados à conversão à esquerda constituem 17% de todos os acidentes (o tipo de acidente mais comum em cruzamentos em X). A taxa de mortos ou gravemente feridos nos acidentes ao fazer a conversão à esquerda é de, respectivamente, 8% e 7% nos cruzamentos em T e em X. Os acidentes relacionados com conversão à direita (sem contar as bicicletas e acidentes com pedestres) constituem 2% de todos os acidentes no cruzamento em T e 4% de todos os acidentes no cruzamento em X. A taxa de mortos ou gravemente feridos em acidentes ao fazer a conversão à direita é de, respectivamente, 6% e 10% nos cruzamentos em T e em X.

De acordo com um estudo mais antigo da Noruega (Vodahl & Giæver, 1986) os acidentes nos cruzamentos são mais elevados na intersecção de quatro ou mais vias de acesso (cruzamento em X) do que nos cruzamentos com três vias de acesso (cruzamento em T). Os custos dos acidentes (que dependem tanto do número quanto de sua gravidade) de acordo com Sakshaug & Johannessen (2005) são:

- Maiores com cruzamentos regulamentados do que cruzamentos sinalizados e maiores para cruzamentos sinalizados do que para cruzamentos com preferência regulamentada (cruzamentos em X e em T com limite de velocidade de 50 km/h);
- Maiores com os cruzamentos em X do que com os cruzamentos em T (incluindo as placas de sinalização e de regulamentação do limite de velocidade de 50 km/h nas intersecções);
- Mais elevados quando mais alto for o limite de velocidade, e
- Mais elevados com as vias laterais.

Uma medida para melhorar a segurança do trânsito nos cruzamentos é a canalização. Como medida de segurança viária, a canalização nos cruzamentos tem as finalidades de separar os fluxos de tráfego, reduzir a área de conflito entre o tráfego que flui de diferentes direções nos cruzamentos, melhorar a visibilidade no cruzamento e induzir a direção desejada, especificando a via que tem preferência no cruzamento. O principal objetivo em se construir canalizações nos cruzamentos é melhorar o fluxo de tráfego, evitando a oscilação de veículos (esquerda ou direita) e prevenir ou impedir tráfego lento no cruzamento.

Descrição da medida

A canalização dos cruzamentos é uma das medidas para distinguir os diferentes fluxos de tráfego. A canalização pode ser construída como uma ilha de tráfego (canalização física) ou pintura na superfície da via (canalização zebraada no solo). É possível diferenciar entre as várias formas de canalização:

- **Conversão à esquerda.** Uma faixa separada para o tráfego realizar a conversão à esquerda a partir da via principal em um cruzamento. A área de conversão à esquerda pode ser delimitada por uma ilha de tráfego ou superfície zebraada.
- **Conversão à direita.** Uma faixa separada para o tráfego realizar a conversão à direita a partir da via principal em um cruzamento. A área para virar à direita tem geralmente uma faixa separada para direcionar o tráfego em determinado trecho. Pode ser uma ilha de tráfego triangular entre a área de conversão à direita e a via principal, assim o tráfego que vira à direita fica num raio de curva maior. Na via secundária pode-se ter uma área para a direita em comum com a via principal.

- **Canalização lateral.** Uma ilha de tráfego ou a marcação zebraada na superfície da via bloqueando o tráfego de um lado da via no cruzamento.
- **Extensão (alargamento) da faixa principal.** Uma extensão da faixa de rolamento principal que segue em frente no cruzamento, de forma que os veículos possam passar pelos veículos que aguardam a conversão. A extensão da faixa principal é uma alternativa para a área de conversão à esquerda.

Os critérios para a escolha da canalização ou eventuais acessos são estabelecidos conforme a Statens vegvesen, Håndbok 263 (2008). Além disso, existem várias possibilidades para a concepção de cruzamento para que o tráfego da via principal e/ou lateral não realize a conversão para a esquerda. Assim, conflitos e acidentes nas conversões à esquerda devem ser evitados. Ao invés de fazer a conversão diretamente à esquerda, o tráfego deve fazer outros movimentos de conversão, como por exemplo, fazer a conversão à direita ou um retorno em U.

Antigamente era comum haver várias canalizações nos cruzamentos para melhorar a segurança viária. As rotatórias são uma alternativa para a canalização, especialmente quando há muitas conversões à esquerda, mas é uma das medidas mais caras e mais volumosas.

Impacto sobre os acidentes

Os diferentes impactos sobre os acidentes para as várias formas de canalização em cruzamento são investigados em vários estudos. Os resultados apresentados aqui se baseiam nos seguintes estudos:

Exnicios, 1967 (EUA);
 Wilson, 1967 (EUA);
 Hammer, 1969 (EUA);
 Lyager & Løschenkohl, 1972 (Dinamarca);
 Bennett, 1973 (Grã-Bretanha);
 Johannessen & Heir, 1974 (Noruega);
 Faulkner & Eaton, 1977 (Grã-Bretanha);
 Vodahl & Johannessen, 1977 (Noruega);
 Vaa & Johannessen, 1978 (Noruega);
 Jørgensen, 1979 (Dinamarca);
 Brüde & Larsson, 1981 (Suécia);
 Schiøtz, 1981 (Dinamarca);
 Statens Vägverk, 1981 (Suécia);
 Schiøtz, 1982 (Dinamarca);
 Engel, Krogsgård-Thomsen, 1983 (Dinamarca);
 Brüde & Larsson, 1985 (Suécia);

Craus & Mahalel, 1986 (Israel);
 Jørgensen, 1986 (Dinamarca);
 Vodahl & Giæver, 1986 (Noruega);
 Brüde & Larsson, 1987 (Suécia);
 McCoy & Malone, 1989 (EUA);
 Kolster Pedersen et al., 1992 (Dinamarca);
 Kulmala, 1992 (Finlândia);
 Giæver & Holt, 1994 (Noruega);
 Jørgensen, 1994 (Dinamarca);
 Seim, 1994 (Noruega);
 Vogt & Bared, 1998 (EUA);
 Vogt, 1999 (EUA);
 Preston & Schoenecker, 2000 (EUA);
 Newstead & Corben, 2001 (Austrália);
 Strathman et al., 2001 (EUA);
 Thomas & Smith, 2001 (EUA);
 Yuan et al., 2001 (EUA);
 Harwood et al., 2002 (EUA);
 Chin & Quddus, 2003 (Singapura);
 Kumara & Chin, 2003 (Singapura);
 Rimiller et al., 2003 (EUA);
 Khattak Naik & Kannan, 2004 (EUA);
 Savolainen & Tarko, 2005 (EUA);
 Abdel-Aty & Wang, 2006 (EUA);
 Hochstein, 2006 (EUA);
 Kim & Washington, 2006 (EUA);
 Wang & Abdel-Aty, 2006 (EUA);
 Naik e outros, 2009 (EUA);
 Haleem & Aled-Aty, 2010 (EUA);
 Pei e outros, 2011 (China);

Gomes et al., 2012 (Portugal) e
 Kim & Lee, 2013 (Coréia).

Os resultados estão resumidos na tabela 1.5.1.

Os resultados para **as conversões à esquerda e à direita** demonstram que ambas as medidas reduzem o número de acidentes. Não se especifica como as medidas são projetadas (ex. canalização à direita, com ou sem entrelaçamento/aceleração). As canalizações à esquerda têm um impacto maior nos cruzamentos em X do que nos cruzamentos em T. A maioria dos estudos é realizada em cruzamentos regulados por semáforo. Na pesquisa de Harwood e outros (2002), as normas de sinalização na canalização à esquerda têm um impacto mais positivo nos cruzamentos regulados por semáforos do que nos outros cruzamentos. O impacto da canalização à direita, no entanto, é maior em cruzamentos sem semáforo.

Os resultados mostrados na tabela 1.5.1 são baseados em estudos antes-depois com grupos de controle e análise de regressão. Os resultados não parecem ser afetados por viés de publicação. A canalização com bloqueio físico resulta numa maior redução dos acidentes que a canalização marcada na superfície da via; a diferença, no entanto é pequena e está longe de ser significativa em uma análise de regressão. A mesma análise de regressão mostra que

TABELA 1.5.1: IMPACTOS DA CONVERSÃO À ESQUERDA SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Tipo de medida	Tipos de cruzamentos	Variação porcentual dos acidentes		
		Grau de ferimentos/Tipos de acidente e seus impactos	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Conversão à esquerda	X	Todos os graus de ferimentos	-27	(-45; -4)
	T	Todos os graus de ferimentos	-11	(-25; +6)
	Todos	Todos os graus de ferimentos	-20	(-34; -3)
Conversão à direita	X	Todos os graus de ferimentos	-19	(-28; -8)
	T	Todos os graus de ferimentos	-22	(-42; +6)
	Todos	Todos os graus de ferimentos	-19	(-27; -9)
Conversão à esquerda e à direita	X	Todos os graus de ferimentos	-45	(-54; -35)
	T	Todos os graus de ferimentos	-8	(-60; +108)
	Todos	Todos os graus de ferimentos	-44	(-53; -34)
Melhor visibilidade na área de conversão à esquerda	X	Acidentes associados à conversão à esquerda	-2	(-26; +32)
Canalização da via lateral	X	Todos os graus de ferimentos	-28	(-52; +9)
	T	Todos os graus de ferimentos	+11	(-34; +87)
	Todos	Todos os graus de ferimentos	-18	(-40; +12)
Extensão da via principal	X	Todos os graus de ferimentos	-11	(-68; +145)
	T	Todos os graus de ferimentos	+26	(-16; +89)

o efeito nos vários graus de lesão não é diferente. As diferenças entre os efeitos das diferentes formas de canalizações podem ser ou não significativas. Ao **melhorar a visibilidade na canalização à esquerda**, verificou-se uma ligeira redução do número de acidentes associados às conversões à esquerda.

Os resultados de com-e-sem medidas são mais divergentes e não mostram nenhuma diferença significativa quanto ao número total de acidentes em cruzamentos com diferentes formas de canalização (não mostrados na tabela 1.5.1). Isto porque muitas vezes há diferenças gerais entre o cruzamento canalizado e outros cruzamentos (como, por exemplo, maior volume de tráfego e maior número de conversões realizadas em relação à canalização à esquerda/direita do cruzamento) e também porque cruzamentos canalizados muitas vezes têm mais acidentes que os outros cruzamentos, até mesmo antes de a canalização ter sido instalada (endogeneidade). Embora a canalização reduza o número de acidentes, o fato de o cruzamento possuir canalização não necessariamente faz com que ocorram menos acidentes que nos cruzamentos sem canalização. Exemplos com-e-sem medidas que mostraram vários acidentes em cruzamentos canalizados estão em Harwood et al. (2002), Kim & Washington (2006), Wang & Abdel-Aty (2006) e Xie et al. (2013). A explicação em todos estes estudos é que o cruzamento com (muitas) conversões à esquerda e/ou à direita tem uma taxa relativamente grande de oscilações de tráfego para a esquerda/direita, o que gera muitos conflitos de tráfego.

As canalizações nas vias laterais provaram resultar em menos acidentes no cruzamento em X, mas não no cruzamento em T. Todos os resultados se aplicam à canalização física da via lateral, mas nem sempre, quando se tratar de campos de conversão à direita e/ou sobre conversões à esquerda. Os resultados são mostrados na tabela 1.5.1 e baseiam-se no antes e depois dos estudos com controle de regressão. Em estudos com-e-sem medidas descobriram-se reduções menores de acidentes em cruzamentos em X e um grande aumento de acidentes em cruzamentos em T. A razão é provavelmente a mesma que para os resultados relativos às canalizações à esquerda e à direita (endogeneidade, ver acima).

Nas extensões (alargamento) da via principal foi encontrada uma redução do número de acidentes no cruzamento em X e um aumento no número de acidentes no cruzamento em T. Os resultados, no

entanto, baseiam-se em apenas um estudo (de antes-depois com controle para a regressão) e nenhum dos resultados é estatisticamente significativo.

Sobre a proibição de conversão **à esquerda**, foi encontrado somente um estudo sobre o efeito nos acidentes. Ott et al. (2012) mostrou que a proibição da conversão à esquerda nas intersecções regulamentadas por placas de preferência reduzem o número de acidentes em 27% (não significativo estatisticamente). Os resultados de outros estudos sugerem que o efeito sobre o número de acidentes é provavelmente, e na maioria dos casos, relativamente pequeno.

As canalizações no cruzamento afetam os acidentes nos cruzamentos de várias maneiras. A ilha de tráfego é em si um obstáculo e pode terminar em colisões e provocar acidentes. Por outro lado, enquanto a canalização física é claramente visível, a canalização zebraada na superfície da via, por ser pintada em tom mais claro, pode causar confusão durante as más condições de visibilidade, de inverno ou quando a tinta for muito antiga. Fazer uma conversão à direita pode, teoricamente, criar situações perigosas, onde uma manobra à direita pode esconder um veículo que vem da direita em uma via lateral. Certas formas de canalização proporcionam cruzamentos mais amplos, de modo que a área de conflito se expanda. Medidas de canalização mais abrangentes podem tornar um cruzamento mais complicado. Isso pode aumentar o risco de confusão sobre as faixas ou outros erros na via.

Impacto na mobilidade

As **áreas de conversão à esquerda e à direita** aumentam a capacidade dos cruzamentos. De acordo com uma revisão da literatura (S/K Transportes e Consultores, Inc., 2000), o aumento das conversões à esquerda aumentou a capacidade média em cerca de 25%. As áreas de conversões à esquerda reduzem a taxa do tráfego de passagem (que deve esperar atrás dos veículos na conversão à esquerda), especialmente quando há um grande volume de tráfego (Crause & Mahalel, 1986). Com pouco tráfego nas proximidades, as conversões à esquerda não proporcionam nenhum ganho na mobilidade. Nas conversões à direita, o efeito sobre a capacidade da via é ainda menor. O efeito aumenta com o aumento do volume de tráfego nas conversões à direita.

As canalizações nas vias laterais geralmente são introduzidas nas vias laterais onde o tráfego precisa

dar a preferência. Neste cruzamento, o volume de tráfego concentra-se na via principal, não na canalização, o que determina o tempo de espera pela via lateral.

A proibição das curvas à esquerda melhora o fluxo de tráfego em todos os braços dos cruzamentos, mas implica no desvio de tráfego no sentido esquerdo (Lyles et al., 2009).

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que relacionem o impacto no meio ambiente com as canalizações nos cruzamentos. Algumas formas de canalizações aumentam a área de cruzamento. As canalizações nos cruzamentos, especialmente aqueles com conversão à esquerda, reduzem o número de veículos que devem parar atrás de outros veículos desligados, o que reduz as emissões.

Custos

A tabela 1.5.2 mostra o custo médio estimado das medidas de canalização nos cruzamentos em 2005. Devem-se esperar variações locais de custos em pelo menos 50% destes números.

TABELA 1.5.2: VALORES DOS CUSTOS INDICATIVOS PARA AS CANALIZAÇÕES NOS CRUZAMENTOS. CUSTOS POR CRUZAMENTO (2005-NOK).

Formato de canalização	Custos (NOK)
Conversão à esquerda no cruzamento em X	800.000
Canalização lateral no cruzamento em X	400.000
Canalização completa no cruzamento em X	1.650.000
Conversão à esquerda no cruzamento em T	500.000
Canalização lateral no cruzamento em T	200.000
Canalização completa no cruzamento em T	1.200.000

Avaliações de custo-benefício

É difícil fazer avaliações de custo-benefício, porque o efeito sobre os acidentes das canalizações nos cruzamentos é bastante incerto. Em 2005 foi feito um exemplo de cálculo para um cruzamento em X.

O exemplo é a área de conversão à esquerda em um cruzamento em X com um tráfego diário de 10.000 veículos e 0,178 ferido por milhão de veículos de entrada. A medida levou à diminuição de 10% no

número de acidentes com feridos e a nenhum efeito sobre o número de acidentes com danos materiais. A economia em custos de acidentes é estimada em NOK 1.760.000, e o custo socioeconômico da medida em NOK 0,8 milhão. Esta é, portanto, uma das medidas economicamente mais rentáveis, embora não esteja incluso qualquer impacto matematicamente comprovado sobre o fluxo de tráfego.

Isto não significa que qualquer uma das quatro vias de intersecção deva ser canalizada. Muitos cruzamentos funcionarão bem sem a canalização, além de que, em casos específicos, outras medidas, como as rotatórias, podem ser mais relevantes que a canalização.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A proposta para a canalização nos cruzamentos pode vir de autoridades viárias ou de moradores. A Statens vegvesen designa em especial as intersecções privadas, onde a canalização pode ajudar a melhorar a segurança. O cruzamento será considerado particularmente propenso a acidentes se durante cinco anos forem registrados pelo menos quatro feridos no cruzamento (Statens vegvesen, Håndbok 115 Análise de locais dos acidentes, 2007).

Requisitos e procedimentos formais

Os critérios para a canalização no cruzamento são encontrados no Håndbok 017, Rodovia e projeto de rua, e no Håndbok 263, Projeto geométrico (2008). A necessidade de canalização é determinada por requisitos como a capacidade e o nível de fluidez do tráfego. Se a canalização de um cruzamento exige a expansão da área da via, devem-se adquirir e reorganizar novas áreas para fins da expansão viária. Isso geralmente requer a preparação de um plano de desenvolvimento. Requisitos para a criação de ilhas de tráfego são apresentados no Håndbok 017, Rodovia e projeto de rua (2008).

De acordo com as normas viárias, a canalização em uma via principal deve ser introduzida quando o limite de velocidade for de 70 km/h ou mais. A canalização pintada na superfície (zebrada) pode ser usada quando a via tiver limite baixo de velocidade, porém apenas se houver uma boa visibilidade e pouco tráfego de pedestres no cruzamento.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pela execução das canalizações e pela cobertura dos custos das medidas encontra-se com as autoridades viárias, ou seja, com a rodovia estadual, distrital e municipal para o conselho de vias municipais.

1.6 ROTATÓRIAS

Capítulo revisado em 2009 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Em intersecções de vias com tráfego intenso, a espera para cruzar pode ser longa. Isto pode fazer com que os condutores aceitem o risco de utilizar brechas menores para cruzar, prejudicando a segurança da intersecção. Elevadas frequências de movimentos na intersecção (retos ou de conversão) podem criar situações de perigo e aumentam a complexidade do tráfego. Aproximadamente 40% de todos os acidentes com feridos registrados pela polícia ocorreram em intersecções.

A conversão de intersecções comuns para intersecções do tipo rotatória pode melhorar o fluxo de tráfego e a segurança de diferentes maneiras. As rotatórias podem contribuir para aumentar a segurança viária, pois elas induzem a movimentos em menor velocidade nos possíveis pontos de conflito entre os fluxos de tráfego que passam por uma intersecção. Nelas, a redução é de 32 para 20 possíveis pontos de conflito, se comparadas com as intersecções em X, e de 9 para 8 possíveis pontos de conflito se comparadas com as intersecções em T. Os condutores que desejam entrar na rotatória devem dar preferência aos condutores que já estão circulando na rotatória, independentemente da via pela qual eles se aproximam, sendo, portanto, forçados a uma observação mais atenta do tráfego na intersecção. No caso da rotatória, todo o tráfego circulante vem de apenas uma direção. Por este motivo, os usuários que se aproximam não precisam observar o tráfego de várias direções e ao mesmo tempo encontrar um intervalo de tempo adequado para cruzar a intersecção. As rotatórias com prioridade para o fluxo que vem da esquerda eliminam a possibilidade de conflito entre os veículos que querem fazer conversão à esquerda e os veículos das demais aproximações. As rotatórias são construídas de modo que os condutores não possam cruzar a intersecção em linha

reta, obrigando-os a circular em torno de uma ilha localizada no meio da intersecção. Isso reduz a velocidade.

As rotatórias geralmente operam adequadamente quando há um elevado volume de tráfego nas aproximações. Volumes de tráfego ou velocidades muito diferentes entre as aproximações de uma rotatória podem gerar grandes atrasos e redução da capacidade (Glenn et al., 2009). A longa espera pode levar a comportamentos de risco conforme os condutores passam a aceitar menores brechas para entrar na rotatória. Os tipos mais comuns de acidentes em rotatórias são acidentes nos quais o condutor ignora a brecha necessária para entrar na rotatória, provocando colisões traseiras (Reino Unido, Ministério dos Transportes, 2009). A sinalização nas rotatórias visa melhorar o fluxo de tráfego e aumentar a capacidade. A via de aproximação com maior volume de tráfego será regulada por semáforo para permitir que o tráfego de aproximação da via com menor volume de tráfego encontre espaços de tempo aceitáveis para transitar nas rotatórias. Outra finalidade das rotatórias pode ser o de melhorar a segurança para os pedestres (Gestão do Transporte nas Ruas de Londres, 2005).

Descrição da medida

A rotatória é uma intersecção com tráfego circulante. O tráfego através da intersecção é regulado no sentido anti-horário em torno de uma ilha de tráfego mais ou menos circular que está localizada no centro do cruzamento. O tráfego que se aproxima deve dar preferência ao tráfego circulante da rotatória. Todos os resultados apresentados neste capítulo aplicam-se a este tipo de rotatória. Nos últimos anos, foram construídas novas rotatórias na Noruega. Em 1995 havia cerca de 450 rotatórias nas vias da Noruega (Tran, 1999). E a cada ano há de 30 a 50 novas rotatórias.

Com a regulamentação nas rotatórias, o sistema semafórico é instalado em uma ou mais vias de acesso às rotatórias. O tráfego que está se aproximando da rotatória deve parar diante do semáforo com luz vermelha. Na luz verde deve, no entanto, autorizar a entrada do tráfego na rotatória seguindo as regras de sinalização para o maior volume de tráfego. Por isso, muitas vezes a velocidade é alta quando não há fila. O controle semafórico ajuda a fluidez nas vias que se aproximam, com menor volume de tráfego e nos horários onde poderia haver uma longa espera para a entrada em cruzamentos. No tráfego onde

as vias de acesso são sinalizadas, o semáforo serve para indicar a espera ou para controlar uma série de veículos em uma via de acesso que excede determinados limites. Todas as vias de acesso podem ter regulamentação semaforica quando o volume de tráfego nas vias de acesso for alto. Uma pesquisa do Departamento Britânico de Transporte (2009) mostrou que as finalidades da sinalização que regulam as rotatórias são reduzir o número de acidentes (72% de rotatórias com sinalização, semáforo), reduzir as filas (80%) e aumentar a capacidade (70%).

Impacto sobre os acidentes

Rotatórias

Os seguintes estudos avaliaram a relação entre rotatórias e o número de acidentes de trânsito:

Lalani, 1975 (Grã-Bretanha);
 Green, 1977 (Grã-Bretanha);
 Lahrman, 1981 (Dinamarca);
 Cedersund, 1983A; 1983B (Suécia);
 Senneset, 1983 (Noruega);
 Brüde e Larsson, 1985 (Suécia);
 Johannessen, 1985 (Noruega);
 Hall e McDonald, 1988 (Grã-Bretanha);
 Nygaard, 1988 (Noruega);
 Corben, Ambrose e Wai, 1990 (Austrália);
 Giæver, 1990 (Noruega);
 Tudge, 1990 (Austrália);
 Van Minnen, 1990 (Holanda);
 Jørgensen, 1991 (Dinamarca);
 Brüde e Larsson, 1992 (Suécia);
 Dagersten, 1992 (Suíça);
 Holzwarth, 1992 (Alemanha);
 Hydén, Odelid e Várhelyi, 1992 (Suécia);
 Jørgensen e Jørgensen, 1992 (Dinamarca);
 Kristiansen, 1992 (Noruega);
 Schnüll, Haller e Von Lübke, 1992 (Alemanha);
 Værø, 1992 A-D (Dinamarca);
 Brilon, Stuwe e Drews, 1993 (Alemanha);
 Huber e Bühlmann, 1994 (Suíça);
 Jørgensen e Jørgensen, 1994 (Dinamarca);
 Schoon e Van Minnen, 1993 (Holanda);
 Seim, 1994 (Noruega);
 Voss, 1994 (Alemanha);
 Motha, Musidlak e Williams, 1995 (Austrália);
 Oslo Veivesen, 1995 (Noruega);
 Flannery e Datta, 1996 (EUA);
 Giæver, 1997 (Noruega);
 Flannery, Elefteriadou, Koza e McFadden, 1998 (EUA);

Mountain, Maher e Fawaz, 1998 (Grã-Bretanha);
 Persaud et al., 2001 (EUA);
 Newstead e Corben, 2001 (Áustria);
 Brabander & Lode Vereeck, 2007 (Bélgica);
 Traffic Engineering Branch, 2005 (Austrália);
 Meuleners et al., 2005 (Austrália);
 Traffic Engineering Branch, 2007 (Austrália) e
 Meuleners et al., 2008 (Austrália).

Os resultados apresentam uma redução significativa do número total de acidentes nas intersecções. A redução é maior para acidentes fatais. No caso dos acidentes com danos materiais, verificou-se um aumento no número de acidentes, o que não é estatisticamente significativo. Este resultado se aplica a todos os tipos de acidentes.

Os resultados indicam que a conversão de intersecções reguladas por sinalização de “dê a preferência” e intersecções em X em rotatórias resultou em maior impacto na redução dos acidentes que os demais tipos de conversão. Em rodovias também foram encontradas maiores reduções no número de acidentes que em áreas urbanas. Isso pode ser devido ao impacto na redução de velocidade gerado pelas rotatórias ser maior em vias de velocidade regulamentar mais elevada (Brabander & Lode Vereeck, 2007).

Uma análise mais detalhada de dados mostra que não existem diferenças significativas nos efeitos das rotatórias em diferentes países (Elvik, 2004). Os resultados não parecem ser muito afetados pelo viés de publicação. Uma meta-análise de regressão mostra que todos os fatores expostos na tabela 1.6.1 são importantes variáveis de previsão do número de acidentes em rotatórias. Isto significa, por exemplo, que a diferença de impacto entre intersecções em X e intersecções em T pode ser considerada uma diferença real, e não consequência do acaso. A análise também mostra que existe uma heterogeneidade significativa nos resultados, ou seja, que os resultados são provavelmente influenciados por fatores que não são controlados nas análises. Além disso, os resultados devem ser considerados como valores médios.

Os efeitos em tipos de intersecções mais específicas (aquelas cujo projeto seguia antigas normas de construção de intersecções em T em áreas urbanas, por exemplo) são examinados por Elvik (2003) com base em meta-análise de regressão, e os resultados são mostrados na tabela 1.6.2. Os resultados baseiam-se em análises do tipo antes-depois, com

TABELA 1.6.1: IMPACTOS DA CONVERSÃO DE INTERSECÇÕES DE DIFERENTES TIPOS PARA ROTATÓRIAS SOBRE ACIDENTES NAS INTERSECÇÕES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DOS ACIDENTES.

	Variação percentual do número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todas as Rotatórias	Todos os graus de lesão	-36	(-43; -29)
Todas as Rotatórias	Acidentes fatais	-66	(-85; -24)
Todas as Rotatórias	Acidentes com feridos	-46	(-51; -40)
Todas as Rotatórias	Acidentes com danos materiais	+10	(-10; +35)
Intersecções anteriormente reguladas por “dê a preferência”	Todos os graus de lesão	-40	(-47; -31)
Intersecções anteriormente reguladas por semáforo	Todos os graus de lesão	-14	(-27; +1)
Intersecções em X	Todos os graus de lesão	-34	(-42; -25)
Intersecções em T	Todos os graus de lesão	-8	(-28; +18)
Rotatórias em áreas rurais	Todos os graus de lesão	-69	(-79; -54)
Rotatórias em áreas urbanas	Todos os graus de lesão	-25	(-34; -15)

controle das tendências dos acidentes a longo prazo e da análise de regressão e controle de viés de publicação. Os efeitos são medidos conforme as meta-análises de regressão. Em razão da relação entre os vários fatores envolvidos na estimativa do efeito das rotatórias, os impactos são bastante incertos.

A influência do tamanho da ilha central das rotatórias foi examinada por Cedersund (1983) e Maycock e Hall (1984). Ambos os estudos controlaram uma série de outros fatores. Nenhum dos estudos encontrou qualquer correlação entre o tamanho da ilha central e as taxas de acidentes. Estudos da Noruega (Tran 1999) e da Suécia (Brude e Larsson, 1999) sugerem que o risco de acidentes com feridos é maior nas rotatórias com ilha central maior. Contudo, estes estudos não controlaram outros fatores além do tamanho da ilha central, tais como: nível de distração, localização, tipo de cruzamento, volume de tráfego, etc. Jorgensen e Jorgensen (2002) não encontraram correlação entre o diâme-

tro da ilha central e os acidentes. Quando o projeto geométrico exige maiores reduções de velocidade, como nos casos de rodovias com velocidade limite de 80 km/h, os resultados indicam um aumento no risco de acidentes. Em vias com limites de velocidade inferiores não foi encontrada nenhuma correlação entre o projeto geométrico e o risco de acidentes.

Regulamentação da sinalização nas rotatórias

Foi encontrado apenas um estudo sobre o impacto da sinalização de regulamentação das rotatórias no número de acidentes (Gestão de Transporte nas Ruas de Londres, 2005). Os resultados mostram que o número de acidentes foi reduzido em 15% (intervalo de confiança de 95% [-23; -7]) A investigação é, no entanto, do tipo antes- depois, bastante simples, sem o controle do volume de tráfego ou outras variáveis.

TABELA 1.6.2: EFEITOS DAS ROTATÓRIAS SOBRE OS ACIDENTES NAS INTERSECÇÕES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DOS ACIDENTES.

Situação anterior à rotatória	Variação percentual do número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Intersecção anterior em T, com regulamentação por placa de preferência	Acidentes fatais	-49	(-97; +708)
Intersecção anterior em T, com regulamentação por semáforo	Acidentes fatais	-42	(-97; +928)
Intersecção anterior em X, com regulamentação por placa de preferência	Acidentes fatais	-64	(-97; +416)
Intersecção anterior em X, com regulamentação por semáforo	Acidentes fatais	-59	(-97; +273)
Intersecção anterior em T, com regulamentação por placa de preferência	Acidentes com feridos	-32	(-85; +225)
Intersecção anterior em T, com regulamentação por semáforo	Acidentes com feridos	-23	(-86; +349)
Intersecção anterior em X, com regulamentação por placa de preferência	Acidentes com feridos	-52	(-88; +111)
Intersecção anterior em X, com regulamentação por semáforo	Acidentes com feridos	-45	(-88; +170)

Impacto na mobilidade

As rotatórias apresentam uma capacidade maior que as intersecções reguladas por placas de preferência ou por semáforos. O aumento da capacidade deve-se a um menor tempo de atraso nos movimentos retos e de conversão. Além disso, usuários de rotatórias tendem a aceitar brechas menores para ingressar no círculo, se comparado a outros tipos de intersecção. Apesar de a rotatória ocasionar uma redução de velocidade (Senneset, 1983), o tempo total de passagem pela intersecção ainda é reduzido, se comparado a outros cruzamentos.

A quantidade de tempo ganho com a implantação de rotatórias depende do volume de tráfego na intersecção, das variações na distribuição do volume de tráfego ao longo de um dia e da distribuição do volume de tráfego entre as diferentes aproximações. É, portanto, difícil fornecer valores gerais para cada caso. Um estudo alemão (Brilon e Stuw, 1991) sugere que o tempo de espera por veículo em uma rotatória seja cerca de 15 segundos a menos que em um cruzamento regulado por um semáforo, assumindo-se um fluxo horário entre 500 e 2.000 veículos. Um estudo feito com 20 intersecções convertidas em rotatórias em Växjö, na Suécia (Várhelyi, 1993), mostrou que os veículos que vinham de vias principais perdiam em média 2,3 segundos por intersecção por veículo depois da mudança. Os veículos que vinham de vias secundárias atingiram um ganho de tempo de 4,4 segundos por intersecção por veículo. O fluxo nas intersecções era em média de 9.700 carros por dia na via principal e 3.130 carros na via secundária. A mesma pesquisa (Várhelyi, 1993) constatou que a conversão de uma intersecção semaforizada com volume de 23.500 veículos diários em rotatórias proporcionou um ganho médio de tempo de 10,1 segundos por veículo.

Um estudo americano (Flannery, Elefteriadou, Koza e McFadden, 1998) observou cinco intersecções com tráfego diário de 7.600 a 17.800 veículos que foram convertidas em rotatórias e mostraram uma economia média de tempo por veículo de 2 segundos a 160 segundos em quatro das cinco intersecções. Na quinta intersecção houve uma perda média de 3,5 segundos. Um estudo americano recente (Retificação, Luttrell e Russell, 2002) detectou uma economia média de tempo de 1,6 a 3,2 segundos por carro para três rotatórias com média de tráfego anual entre 3.500 e 12.000 veículos.

A regulamentação por semáforo nas rotatórias aumenta a capacidade e reduz os atrasos, principal-

mente com relação às vias secundárias. A capacidade é aumentada, e o efeito geral dos tempos de espera para a entrada na via depende do volume de tráfego e da estratégia de regulamentação utilizada. O efeito do tempo de espera sobre a capacidade pode ser positivo para volumes baixos de tráfego, no entanto, o tempo de espera aumenta com a regulamentação por semáforo (Akcelik, 2006; Bernetti et al., 2003). Em grandes rotatórias as normas de sinalização podem reduzir a necessidade de área de entrelaçamento e, assim, melhorar a utilização da área do círculo (Bernetti et al., 2003). Em áreas com muitas rotatórias, grandes volumes de tráfego e distribuição desigual dos fluxos de tráfego nas aproximações, indica-se a utilização de um sistema de controle de tráfego integrado, que impeça que algumas rotatórias bloqueiem o tráfego em grandes partes da rede viária (Mosslemi, 2008).

Impacto no meio ambiente

A melhoria da fluidez com a implantação de rotatórias reduz o ruído e as emissões. Um estudo dinamarquês (Bendtsen, 1992) constatou que as emissões de hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO) e óxido de nitrogênio (NOx), calculados em gramas por quilômetro percorrido por carro, foram aproximadamente de 5 a 10% inferiores em rotatórias, se comparadas a uma intersecção semaforizada. Um estudo sueco (Várhelyi, 1993) mostrou uma redução de 29% nas emissões de monóxido de carbono e uma redução de 21% nas emissões de óxido de nitrogênio após a conversão de uma intersecção semaforizada em rotatória. Em intersecções previamente reguladas por placas de preferência, alcançaram-se resultados menos favoráveis: as emissões de monóxido de carbono aumentaram em 6% e as emissões de óxido de nitrogênio, em 4% após a conversão para rotatória (Várhelyi, 1993).

A regulamentação da rotatória por meio de sinalização reduz o tempo de espera nas vias secundárias com baixo volume de tráfego, mas aumenta o número de veículos na via de acesso com maior volume de tráfego que deve aguardar antes que o veículo acesse as rotatórias. Um estudo realizado na Itália (Akcelik, 2006) mostrou que as normas de sinalização reduzem as emissões em uma rotatória.

Custos

Os custos de construção de rotatórias podem variar de algumas centenas de milhares de coroas norue-

guesas até entre 5 e 10 milhões delas. De acordo com informações fornecidas pelo Instituto das Estradas (Elvik e Rydningen 2002), o custo médio para a conversão de uma intersecção em T em uma rotatória foi de 4.820.000 de coroas norueguesas. O número é baseado em informações sobre 27 rotatórias na Noruega. O custo médio de conversão de uma intersecção em X para uma rotatória foi de NOK 3,47 milhões, com base em informações sobre 19 rotatórias. Não são conhecidas informações sobre os custos.

Avaliações de custo-benefício

A relação custo-benefício da implantação de uma rotatória varia de acordo com os custos de construção, volume de tráfego, acidentes e gestão do tráfego. Por isso, é difícil informar dados gerais. A análise baseada nos dados obtidos a partir do Departamento de Estradas norueguês é feita por meio do custo-benefício da conversão de intersecções em T e em X para rotatórias (Elvik e Rydningen, 2002).

Foram coletadas informações sobre 27 intersecções em T. A média do tráfego diário anual foi de 9.094 veículos. Foram registrados 0,226 acidente com ferido por milhão de veículos cruzando o local nos últimos quatro anos antes da conversão para rotatória, valor considerado maior do que o normal para intersecções em T. O benefício da conversão em rotatória foi estimado em NOK 9,150 bilhões. Os custos foram estimados em NOK 5,79 milhões.

Os dados das intersecções em X estavam disponíveis para 19 cruzamentos. A média de tráfego diário anual foi de 10.432 veículos. As taxas de acidentes antes da reconstrução eram de 0,152 acidente com ferido por milhão de veículos que cruzam, o que é próximo do normal para intersecções em X. O benefício foi estimado em NOK 9,20 milhões. Os custos foram estimados em NOK 4,16 milhões.

Estas estimativas sugerem que a conversão de cruzamentos para rotatórias apresenta uma relação de custo-benefício vantajosa nos exemplos considerados.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para a construção de rotatórias competem às autoridades rodoviárias.

Requisitos e procedimentos formais

O Håndbok 017, Estrada e projeto rua (2008), estabelece critérios para a escolha do tipo e projeto geométrico de intersecções. Se a construção das rotatórias acarretar uma intervenção ou estiver em conflito com o plano atual, será necessário um planejamento baseado nas normas vigentes. Se há a incerteza sobre a necessidade de zoneamento, esta deve ser esclarecida com o município ou quaisquer outras autoridades relevantes. A autoridade viária é responsável por garantir que os planos necessários sejam preparados e tratados adequadamente no que diz respeito à participação, cumprimento de metas, etc.

As decisões relativas à construção de rotatórias são tomadas pelo órgão responsável pela via. A autoridade de decisão na prática muitas vezes será delegada ao administrador da via ou a outro órgão administrativo. Se houver necessidade de zoneamento ou qualquer licença de construção, tais decisões cabem ao município.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade viária é responsável por implementar a decisão de converter a intersecção em uma rotatória. Os custos são de responsabilidade do órgão gestor da via, que pode ser estadual, distrital ou municipal.

1.7 MUDANÇAS NO PROJETO GEOMÉTRICO NOS CRUZAMENTOS

O capítulo foi revisado em 2008 por Alena Høyevik (TØI)

Problema e finalidades

Os cruzamentos mais antigos encontram-se fixados em terrenos difíceis e podem impactar negativamente o desenho geométrico. O ângulo entre as vias pode reduzir a visão geral e dificultar a mudança de faixa. Um aclive ou declive acentuado em direção a um cruzamento pode reduzir a visão geral, dificultando a frenagem ou a retomada de partida após o veículo parar em rampas.

Um fator causal comum em acidentes nos cruzamentos é que os condutores não se veem por um tempo

ou em momento algum. Um estudo norueguês (Vodahl e Giæver, 1986) mostra que o cruzamento que não atende às normas de segurança viária tem maior risco de provocar um acidente que um cruzamento que lhes atende. Isto não se aplica às rotatórias, onde a visibilidade reduzida pode reduzir o número de acidentes (Giæver, 2000).

A alteração do projeto geométrico de cruzamentos visa melhorar a visibilidade na junção e simplificar os movimentos de conversão, aumentando a visibilidade no cruzamento para os condutores que se aproximam dele.

Descrição da medida

A alteração do desenho geométrico dos cruzamentos significa:

- Alteração no ângulo entre as vias que se aproximam;
- Mudança de inclinação em vias de acesso até o cruzamento;
- Prazos para introdução de medidas de melhoria nos cruzamentos e
- Mudanças no perfil transversal das rodovias (largura da faixa, divisão central, acostamento e curvatura).

Estas medidas muitas vezes são realizadas em conjunto com a canalização de um cruzamento (ver capítulo 1.5) ou outras medidas.

Impacto sobre os acidentes

Os efeitos estimados da alteração do projeto geométrico nos cruzamentos são baseados principalmente em estudos sobre a relação entre as diferentes características geométricas de cruzamentos e o número de acidentes. A melhora nas condições de visibili-

dade é a única medida que foi avaliada nos estudos antes-depois.

As relações entre um grande número de características geométricas de cruzamentos e acidentes foram investigadas por Bauer & Harwood (1996) (2003) e Vogt & Bared (1998). Foi encontrada uma maior e mais consistente relação entre o volume de tráfego e o número de acidentes. As relações entre as outras propriedades de cruzamento e o número de acidentes não são na sua maioria significativas e muito consistentes entre os diferentes tipos de acidentes e áreas geográficas.

O ângulo entre as vias de acesso

Foram encontrados cinco estudos que examinaram a relação entre o ângulo das vias com cruzamentos e o número de acidentes:

Hanna, Flynn e Tyler, 1976 (EUA);
Vaa e Johannessen, 1978 (Noruega);
Brüde e Larsson, 1985 (Suécia);
McCoy, Tripi e Bonneson, 1994 (EUA) e
Kumara e Chin, 2003 (Singapura).

O número de acidentes nos cruzamentos onde o ângulo entre as vias difere de 90 graus em relação ao cruzamento onde o ângulo é de 90 graus é mostrado na tabela 1.7.1.

Conforme a investigação, um cruzamento onde há um ângulo diferente de 90 graus tem mais acidentes que um cruzamento onde há um ângulo de 90 graus. Maze & Burchett (2006) observaram que os acidentes nos cruzamentos com ângulos de 90 graus são menos graves do que os acidentes em cruzamentos onde o ângulo é diferente de 90 graus. De acordo com estudos de acidentes realizados por Fildes et al. (2000), os ângulos distorcidos são especialmente problemáticos para os condutores mais velhos.

TABELA 1.7.1: A RELAÇÃO DO ÂNGULO DAS VIAS NO CRUZAMENTO E O NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de impactos dos acidentes	As melhores estimativas	Intervalo de confiança
Cruzamento em Y ao invés de cruzamento em T			
Não especificado	Todos os acidentes no cruzamento	+34	(+2; +76)
Ângulo diferente de 90 graus, em vez de ângulo de 90 graus			
Não especificado	Todos os acidentes nos cruzamentos	+6	(-2; +15)

Inclinações nas vias de acesso para uma intersecção

O impacto das inclinações em vias próximas aos cruzamentos foi examinado por:

Johannessen e Heir, 1974 (Noruega);
 Hanna, Flynn e Tyler, 1976 (EUA);
 Vodahl e Giæver, 1986 (Noruega);
 Vogt e Bared, 1998 (EUA);
 Harwood et al., 2000 (EUA);
 Tarko & Savolainen, 2004 (EUA) e
 Kumara e Chin, 2003 (Singapura).

Com base nestes estudos, estima-se a relação entre a inclinação de uma ou mais faixas que fluem em direção a um cruzamento e o número de acidentes nos cruzamentos conforme mostrado na tabela 1.7.2. Os resultados se aplicam às rampas em ambos os sentidos, isto é, aclives e declives.

Os resultados sugerem que há vários acidentes em cruzamentos em que há uma inclinação em uma ou mais faixas que fluem para a junção. Nenhum dos resultados é estatisticamente confiável. Os resultados se aplicam a diferentes graus de inclinação. “Pequena inclinação” inclui inclinação de 2 ou 3 metros por 100m. Resultados para “grande ao invés de ligeira inclinação” aplicam-se às inclinações acima e abaixo de 5, 3 ou 2 m por 100m.

Dois estudos que usaram modelos multivariados que controlam uma variedade de fatores que não a inclinação não apontaram qualquer correlação estatisticamente confiável entre o aclive e o número de aciden-

tes (Lyon et al., 2003; Oh, Washington & Choi, 2004; não inclusos nas análises da tabela 1.7.2.).

Melhor visibilidade nos cruzamentos

O impacto sobre os acidentes na melhoria das condições de visibilidade dos cruzamentos foi examinado por

Johannessen e Heir, 1974 (Noruega);
 Hanna, Flynn e Tyler, 1976 (EUA);
 Vaa e Johannessen, 1978 (Noruega);
 Brüde e Larsson, 1985 (Noruega);
 Vodahl e Giæver, 1986 (Noruega);
 Kulmala 1992, (Finlândia) e
 Kumara e Chin, 2003 (Singapura).

Melhorar a visibilidade nos cruzamentos proporciona uma ligeira diminuição (não estatisticamente confiável) dos acidentes com feridos, enquanto que uma diminuição de aproximadamente 16% no número de acidentes com danos materiais é estatisticamente confiável. Uma possível explicação de por que não foi encontrado qualquer efeito sobre os acidentes com feridos é que os condutores adaptam seu comportamento às condições de visibilidade nos cruzamentos e aumentam a velocidade quando a visibilidade é boa.

Perfil da via e curvas

A relação entre o perfil da via, curvatura e acidentes foram investigados em uma série de estudos rela-

TABELA 1.7.2: A CORRELAÇÃO ENTRE A INCLINAÇÃO E O NÚMERO DE ACIDENTES EM CRUZAMENTOS. VARIAÇÃO PORCENTUAL DOS ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de impactos dos acidentes	As melhores estimativas	Intervalo de confiança
Pouca ao invés de nenhuma inclinação			
Não especificado	Todos os acidentes em cruzamentos	+11	(-9; +35)
Muita ao invés de ligeira inclinação			
Não especificado	Todos os acidentes em cruzamentos	+14	(-23; +69)

TABELA 1.7.3: IMPACTOS SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES, MELHORANDO A VISIBILIDADE NOS CRUZAMENTOS. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de impactos dos acidentes	As melhores estimativas	Intervalo de confiança
Não especificado	Todos os acidentes nos cruzamentos	-12	(-19; -4)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes nos cruzamentos	-3	(-18; + 14)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes em cruzamentos	-16	(-24; -7)

tivamente bem controlados. Os resultados têm em comum que raramente foram encontradas correlações consistentes. A relação entre as propriedades geométricas dos cruzamentos e acidentes varia muito entre os diversos tipos de cruzamentos, volumes de tráfego e densidade populacional ao redor. Isto sugere que o resultado dos estudos sobre os efeitos do perfil da via e curvatura sobre trechos em reta (veja os capítulos 1.11 e 1.13) não pode ser transferido para o cruzamento.

Largura da pista: A relação entre a largura média da via e do número de acidentes em cruzamentos sinalizados foi investigada por Bauer & Harwood (1998) e Wong et al. (2007). Ambas as pesquisas indicam que a faixa mais ampla pode ser associada a menos acidentes. Bauer & Harwood encontraram um menor número de acidentes nos cruzamentos com faixas mais amplas em áreas urbanas, mas não fora das zonas urbanas. Wong et al. (2007) encontraram um número significativamente menor de acidentes com mortos e feridos graves nos cruzamentos com faixas mais largas. Houve um aumento de largura de faixa de 0,5 m de acordo com este estudo e com isso houve uma redução no número de acidentes envolvendo mortes ou lesões graves em 45%. Não houve correlação significativa entre a largura da via e o número de levemente feridos.

Acostamento na rodovia: Bauer & Harwood (1998) não encontraram nenhuma correlação entre a largura dos acostamentos e os acidentes na maioria dos tipos de cruzamentos. Só em cruzamentos em T, fora das zonas urbanas, foram encontrados menos acidentes em intersecções com acostamentos mais largos. Os resultados devem-se possivelmente aos acostamentos e à sua largura, que afeta vários tipos de acidentes em diferentes direções. Kim et al. (2007) encontraram significativamente menos colisões laterais na mesma direção em rodovias com acostamento do que em cruzamentos sem acostamento.

Divisões centrais: Bauer & Harwood (1998) não encontraram diferenças significativas no número de acidentes entre o cruzamento onde a via principal possui uma divisão central e onde a via não possui, como na maioria dos tipos de cruzamentos. Somente nos cruzamentos em T nas áreas urbanas é que foram encontrados significativamente menos acidentes, ou seja, quando as vias tinham mais divisões centrais do que quando não tinham. Kumara e Chin 2003 descobriram 19% menos acidentes em cruzamentos onde a via principal possui divisão central. A diferença não é estatisticamente confiável.

Curvatura: Savolainen & Tarko (2004) estudaram a relação entre a curvatura da via e o número de acidentes em cruzamentos nas vias de duas e quatro faixas. Nas vias com duas faixas foi encontrado um número menor de acidentes em cruzamentos de alta curvatura (grau de curvatura) do que em cruzamentos com baixa curvatura ou em trechos retos. O resultado é invertido nas vias de quatro faixas. O número de acidentes em cruzamentos com vias de quatro faixas cresce à medida que a curvatura aumenta. Nenhum dos resultados é estatisticamente significativo. Kumara e Chin encontraram 24% mais acidentes (estatisticamente confiáveis) em cruzamentos onde há uma curva em uma das vias do que quando todas as vias estão em linha reta. Mais acidentes nos cruzamentos localizados nas curvas do que nos cruzamentos localizados nas retas foram encontrados por Wong et al. (2007).

Impacto na mobilidade

Não foram encontrados estudos que dizem algo sobre o impacto na mobilidade quando se altera o desenho geométrico dos cruzamentos. Uma vez que essas alterações melhoram a visibilidade e facilitam o tráfego pelo cruzamento, deve-se pressupor que a mobilidade será melhorada.

Impacto no meio ambiente

O impacto sobre o meio ambiente com a alteração do desenho geométrico dos cruzamentos não está documentado.

Custos

Os custos das alterações do projeto geométrico de intersecções variam amplamente, dependendo do alcance das medidas e das condições do terreno. Não há números de custo detalhados dos últimos anos na Noruega. Uma compilação dos dados de custos da conversão dos cruzamentos na Noruega (Elvik, 1996) sugere que o custo da reconstrução completa de um cruzamento pode ser em torno de NOK 6 milhões (preços de 1995) por cruzamento.

Avaliações de custo-benefício

Não há análises de custo-benefício para projetos de alterações geométricas nos cruzamentos da Norue-

ga. É feito um exemplo numérico que se aplica a um cruzamento com 5.000 veículos por dia e um nível de risco de 0,10 acidentes por milhão de veículos. Se o número de acidentes com feridos for reduzido em 5%, os custos economizados com acidentes (valor presente) serão de NOK 0,42 milhão. Se um projeto custar mais do que isso, ele se aplica às condições selecionadas de não ser economicamente rentável. Neste exemplo de cálculo, não se consideram os acidentes com danos materiais. À medida que os acidentes com danos materiais são incluídos, o custo pode subir para mais de NOK 0,42 milhão, mas o projeto não deixa de ser lucrativo.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para alterar o projeto geométrico dos cruzamentos é proposta pelas autoridades de trânsito. Moradores que estão insatisfeitos com a visibilidade em um cruzamento também poderão propor medidas para melhorar as condições do cruzamento.

Requisitos e procedimentos formais

O Håndbok 017, Estradas e planejamento das ruas (2008), contém os requisitos para a elaboração do projeto geométrico dos cruzamentos. Se a reconstrução de um cruzamento exige a realocação de uma área regulamentada, deve-se elaborar um plano de desenvolvimento. Isto será, por exemplo, aplicável se as medidas totais ou parcialmente implementadas forem de uma via já existente. As autoridades viárias são responsáveis por garantir que os planos necessários sejam preparados e tratados adequadamente no que diz respeito ao acesso ao público e etc.

A decisão que altera o projeto geométrico dos cruzamentos é feita pelo titular da via para determinado tipo de via pública. A autoridade da decisão muitas vezes será delegada na prática pelo administrador da via ou por outro órgão administrativo. Se houver necessidade de plano ou qualquer licença de construção, estas cabem às decisões do município.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade viária é a responsável por implementar a decisão de mudar o desenho geométrico dos cruzamentos. Os custos são suportados pelo titular

da via, ou seja, rodovia estadual, distrital, municipal e pelo conselho das vias municipais.

1.8 DIVISÃO DE UMA INTERSECÇÃO EM X EM DUAS INTERSECÇÕES EM T (INTERSECÇÕES ALTERNADAS)

O capítulo foi revisado em 2014 por Alena Høye (TØI)

As intersecções de quatro aproximações (intersecções ou cruzamentos em X) têm vários pontos de conflito e o risco de acidente é maior que nas intersecções em T (de três aproximações). Duas intersecções em T podem, portanto, em algumas situações, oferecer mais segurança que uma intersecção em X, conforme recomendado nas diretrizes norueguesas para rodovias sem regulamentação em áreas rurais. Os resultados dos estudos empíricos que compararam os números dos acidentes entre as intersecções em X e em T, no entanto, divergem. Alguns estudos sugerem que duas intersecções em T são normalmente mais seguras que uma intersecção em X, enquanto outros sugerem o oposto. Alguns estudos anteriores mostraram que duas intersecções em T podem ter menos acidentes que uma intersecção em X na via secundária, e alguns estudos recentes sugerem que duas intersecções em T podem implicar menos acidentes que uma intersecção em X de baixo volume de tráfego na via principal. Se duas intersecções em T resultam em mais ou em menos acidentes que uma intersecção em X, além do maior volume de tráfego nas vias laterais, depende do projeto da via e das regulamentações dos cruzamentos.

Problema e finalidades

As intersecções com quatro aproximações (intersecções em X) demandam mais atenção e exigem certos comportamentos dos usuários para que a passagem seja feita com segurança (se comparadas com as intersecções com três aproximações, ou intersecções em T). Uma intersecção com quatro aproximações apresenta 32 pontos de conflito entre os fluxos de tráfego que passam pelo cruzamento. Uma intersecção com três aproximações tem nove pontos de conflito entre os fluxos de tráfego. Em caso de acidente, os custos médios com os danos materiais nos veículos são geralmente mais elevados nas intersecções em X que nas intersecções em T.

Na Noruega, as investigações com os acidentes em intersecções (Vodahl & Giæver, 1986; Giæver, 1990) mostram que uma intersecção em X apresenta em média quase o dobro do número de acidentes de duas intersecções em T, e que a diferença no número de acidentes entre as intersecções em X e em T se acentua com o aumento da proporção do tráfego proveniente da via secundária. Baseado em um estudo norueguês que utilizou dados que datam de 1980 aproximadamente (Erke e Elvik 2006, extraídos de Sakshaug e Johannessen, 2005), as intersecções em X apresentam maiores custos com acidentes com feridos nas vias secundárias que nas intersecções em T ou em outros tipos de cruzamentos. A diferença é maior com relação às intersecções com limite de velocidade de 50 km/h, tendo menos efeito nas intersecções com limite de velocidade de 80 km/h e nas intersecções semaforizadas, bem como nas intersecções com acesso à direita. De acordo com este estudo, não existem diferenças sistemáticas para diferentes configurações de via secundária.

De acordo com o Håndbok 263 da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, (2013) o custo médio dos danos por acidente é de cerca de NOK 2 milhões nas intersecções em T e de cerca de NOK 1,8 milhão nas intersecções em X.

Estes resultados mostram que as intersecções em X apresentam maior risco de acidentes que uma intersecção em T, e que em geral os acidentes nas intersecções em X são mais graves que nas intersecções em T. A divisão da intersecção em X por duas em T tem o intuito de reduzir o número de pontos de conflito nos cruzamentos, facilitando o cumprimento das obrigações dos condutores que trafegam pela intersecção e, conseqüentemente, reduzindo os acidentes.

Descrição da medida

A divisão de uma intersecção em X em duas intersecções em T pode ser feita de duas maneiras: a divisão esquerda-direita (o tráfego que atravessa a via principal deve convergir primeiro à esquerda e depois à direita), e a divisão direita-esquerda (o tráfego que atravessa a via principal deve convergir primeiro à direita e depois à esquerda). Não existem estatísticas sobre o número de intersecções em X que poderiam ser adequadas para a divisão em duas intersecções em T na Noruega. Não se sabe quantos cruzamentos têm sido adequados a esta medida anualmente. O Håndbok 263 da Agência

Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (2013) recomenda que fora das zonas urbanas se utilizem duas intersecções em T alternadas em vez de uma intersecção em X, exceto quando a intersecção for semaforizada.

Impacto sobre os acidentes

A partir de uma série de pesquisas sobre os fatores de risco em intersecções em X e em T com diferentes volumes de tráfego para a via secundária, formou-se uma base para estimar o efeito sobre os acidentes da divisão de uma intersecção em X em duas em T. Os resultados apresentados na seqüência se baseiam nos seguintes estudos:

Lyager & Løschenkohl, 1972 (Dinamarca);
Johannessen & Heir, 1974 (Noruega);
Hanna, Flynn & Tyler, 1976 (EUA);
Vaa & Johannessen, 1978 (Noruega);
Brüde & Larsson, 1981 (Suécia);
Cedersund, 1983 (Suécia);
Vodahl & Giæver, 1986 (Noruega);
Brüde & Larsson, 1987 (Suécia) e
Montgomery & Carstens, 1987 (EUA).

Com base nestes estudos, as estimativas do efeito sobre os acidentes da divisão de uma intersecção em X em duas intersecções em T (independentemente da forma de divisão) são mostradas na tabela 1.8.1.

Duas intersecções em T podem apresentar mais ou menos acidentes que uma intersecção em X dependendo do volume de tráfego na via secundária, conforme mostram os valores da tabela 1.8.2. Duas intersecções em T apresentam mais acidentes que uma intersecção em X quando o volume de tráfego na via secundária é alto.

Estudos subsequentes desenvolveram modelos de previsão de acidentes que tornam possível a comparação entre o número previsto de acidentes em intersecções em X e em T:

Vogt & Bared, 1998 (EUA);
Vogt, 1999 (EUA);
Harwood et al., 2000 (EUA);
Sayed & Rodriguez, 2001 (Canadá) e
Greibe, 2003 (Dinamarca).

Abdel-Aty & Wang (2006, EUA) desenvolveram um modelo de previsão de acidentes para os diferentes tipos de intersecções em T *vs.* intersecções em X.

TABELA 1.8.1: IMPACTOS DA DIVISÃO DE UMA INTERSECÇÃO EM X POR DUAS INTERSECÇÕES EM T SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DOS ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de intersecção	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes com feridos	Baixo volume de tráfego na via secundária (< 15%)	+35	(+10; +70)
	Médio volume de tráfego na via secundária (15-30%)	-25	(-33; -15)
	Alto volume de tráfego na via secundária (> 30%)	-33	(-43; -21)
	Todas as intersecções	-20	(-25; -10)
Acidentes com danos materiais	Baixo volume de tráfego na via secundária (< 15%)	+15	(+5; +30)
	Médio volume de tráfego na via secundária (15-30%)	0	(-10; +10)
	Alto do volume de tráfego na via secundária (> 30%)	-10	(-20; 0)
	Todas as intersecções	+3	(-3; +9)

Os resultados apresentam certa divergência, de modo que não é possível calcular os efeitos combinados desses estudos. Dois estudos mostram que duas intersecções em T resultam em menos acidentes que uma intersecção em X, independentemente do volume de tráfego na via secundária (Abdel-Aty & Wang, 2006; Vogt & Bared, 1999). Outros dois estudos concluem simplesmente que duas intersecções em T são geralmente mais seguras que uma intersecção em X (Brüde et al., 1998; Bared & Kaisar, 2001; ambos citados por Vadeby & Brüde, 2006).

Entretanto, dois outros estudos mostram que duas intersecções em T apresentam mais acidentes que uma intersecção em X, independentemente do volume de tráfego na via secundária (Harwood et al., 2001; Sayed & Rodriguez, 2001). Dois estudos mostram que duas intersecções em T apresentam menos acidentes que uma intersecção em X apenas quando a proporção do volume de tráfego na via secundária é maior (Greibe, 2003; Vogt, 1999). Duas intersecções em T podem ser mais ou menos favoráveis ao aumento do tráfego na via secundária, o que varia entre os estudos.

Em geral, os resultados empíricos não trazem conclusões claras. Os estudos mais antigos sugerem que duas intersecções em T podem resultar em menos acidentes que uma intersecção em X. Alguns dos estudos mais recentes sugerem que duas intersecções em T podem apresentar menos acidentes que uma intersecção em X quando o volume de tráfego é baixo na via principal, enquanto outros estudos sugerem que duas intersecções em T sempre podem ter mais ou menos acidentes, independentemente do volume de tráfego nas vias secundárias.

Um dos fatores que pode explicar os resultados divergentes são as diferenças metodológicas entre os

estudos. Enquanto os estudos mais antigos comparavam diretamente os acidentes em intersecções em X e em T, os mais recentes se baseiam em modelos de previsão de acidentes, que talvez sejam menos apropriados, servindo de base para prever o que acontece com a divisão de uma intersecção em X em duas intersecções em T.

Outro fator que poderia ser uma explicação para os resultados divergentes é a forma de divisão. Os resultados de Brude e Larsson (1987) sugerem que a divisão esquerda-direita reduz o número de acidentes (- 4%), enquanto que a divisão direita-esquerda aumenta o número de acidentes (+ 7%). A diferença no efeito não é estatisticamente significativa.

O impacto da divisão de uma intersecção em X em duas intersecções em T também é significativamente influenciado por outros fatores relativos às vias, como, por exemplo, o limite de velocidade e o número de faixas, o tipo de regulamentação da intersecção (parada obrigatória, conversão à direita livre e presença de semáforo) e o ambiente viário (urbano ou rural).

Impacto na mobilidade

Mahalel et. al (1986) mostraram que o tráfego nas vias secundárias tem menor tempo de espera na divisão direita-esquerda e maior tempo de espera na divisão esquerda-direita de uma intersecção. As intersecções em X apresentam valores intermediários. A explicação é que na divisão direita-esquerda o tráfego da via secundária conflita com uma direção de fluxo de tráfego por vez. Entretanto, constatou-se que a divisão direita-esquerda de uma intersecção causa mais transtornos ao tráfego da via principal que a divisão esquerda-direita.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que documentem o impacto da divisão de uma intersecção em X em duas em T nas condições ambientais.

Custos

Não há dados empíricos sobre os custos da divisão de uma intersecção em X em duas em T. No entanto, destaca-se que ao menos uma nova intersecção deve ser construída neste tipo de subdivisão.

Avaliações de custo-benefício

Não foi encontrada qualquer análise de custo-benefício para intersecções alternadas.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para divisão de uma intersecção em X em duas em T serão normalmente tomadas pelas autoridades rodoviárias.

Requisitos e procedimentos formais

O Håndbok 017, Estradas e projetos de rua (2008), fornece os requisitos para o projeto geométrico de intersecções, inclusive para as vias utilizadas para o cruzamento. Recomenda-se que as intersecções nas vias principais, assim como nas demais vias, sejam concebidas como intersecções em T. As decisões acerca da divisão de uma intersecção em X em duas em T são tomadas pela entidade responsável pela via, de acordo com o tipo de via pública. A decisão da autoridade pode ser delegada ao órgão gestor da via ou a outro órgão administrativo. Se houver necessidade de zoneamento ou qualquer licença de construção, as decisões cabem ao município.

Se a partição de um cruzamento exige a realocação de uma área regulamentada, deve-se fazer um planejamento. A autoridade viária é responsável por garantir que os planos necessários sejam preparados, realizados e seguidos adequadamente.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade viária é responsável por implementar a divisão de uma intersecção em X em duas em T. Os custos são de responsabilidade da entidade responsável pela via, que pode ser estadual, distrital e municipal, além do conselho das vias municipais.

1.9 INTERSEÇÕES EM DESNÍVEL

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2014

As intersecções em desnível melhoram o fluxo de tráfego e têm um risco em média 35% menor que as intersecções planas. As intersecções em desnível geralmente apresentam mais acidentes que as vias com intersecções em níveis diferentes fora das áreas de intersecção, porém os acidentes em geral são menos graves. O risco de acidentes nas intersecções em desnível depende do projeto da intersecção. As intersecções de vias por meio de rampas relativamente curtas e retas geralmente provocam menos acidentes que as intersecções em forma de trevo e outras formas de intersecções em desnível. As saídas das rampas (convergências) provocam mais acidentes que as entradas das mesmas (divergências). A faixa de aceleração/desaceleração melhora a capacidade de manobra e o comprimento para atingir a velocidade necessária para a mudança de faixa (aceleração ou desaceleração); esse fator está relacionado ao número de acidentes. Maiores comprimentos da faixa de mudança de velocidade geralmente reduzem os riscos de acidentes (até certo ponto, pois para comprimentos muito grandes as consequências para a segurança não são conhecidas).

Problema e finalidades

Com um tráfego intenso, pode ocorrer de uma intersecção em nível não escoar o tráfego satisfatoriamente, apesar da regulamentação de passagem. A existência de muitas possibilidades de manobra em uma intersecção em nível associada a um elevado volume de tráfego cria diversas situações imprevisíveis e perigosas, além de favorecer a formação de congestionamentos. Isso aumenta o número de acidentes, especialmente os acidentes com danos materiais. A finalidade das intersecções em desnível é melhorar o trânsito e reduzir os conflitos potenciais entre os diferentes fluxos de tráfego, uma vez que os citados fluxos não se encontram no mesmo plano.

Descrição da medida

Uma interseção em desnível é uma interseção em que ao menos uma das vias (a via principal) não apresenta interceptação do fluxo de tráfego na interseção. As vias que se cruzam são conectadas por rampas e os ajustes de velocidade devido às mudanças de faixa ocorrem nas faixas de aceleração (no caso de convergência) ou desaceleração (no caso de divergência), que levam respectivamente às rampas de entrada na via principal e de saída da via principal (Statens vegvesen, 2013).

As interseções em desnível na Noruega estão presentes nas rodovias nacionais e em outras rodovias principais cujo volume médio diário anual (VMDA) é acima de 4.000 veículos e cujo limite de velocidade é de 80 km/h ou mais; nas rodovias padrão e nas autoestradas; nas estradas locais cujo volume de tráfego é muito alto para ser dispersado de modo satisfatório em uma interseção em nível convencional, por exemplo, em rodovias cortando cidades e vilas.

Existem diversos tipos de interseções em desnível, sendo que em todos os casos os fluxos não se cruzam, mas sim se interligam por meio de pontos de entradas e saídas interconectados às vias por meio de diferentes tipos de rampas (como, por exemplo, rampas retas ou entrelaçamentos); podem existir diferentes configurações para essas interconexões, que devem ser capazes de garantir a fluidez do tráfego na interseção. Em um planejamento desenvolvido para interseções em desnível com rampas individuais para todos os fluxos de tráfego, o volume de tráfego na interseção está relacionado às demais interseções em nível que por ventura foram eliminadas, de modo que os movimentos antes permitidos agora se concentram na interseção em desnível. Não há uma lista completa de todos os tipos de interseção em desnível, mas alguns deles foram pesquisados no que diz respeito ao impacto sobre os acidentes.

Impacto sobre os acidentes

Interseções em desnível vs interseções em nível: os seguintes estudos compararam o risco de acidentes entre as interseções em desnível e as interseções em nível:

Hvoslef, 1974 (Noruega);
Statens Vägverk, 1983 (Suécia);
Tie- javesirakennushallitus, 1983 (Finlândia);
Johansen, 1985 (Noruega);

Tielaitos, 2000 (Finlândia);
Pajunen, 1999 (Finlândia);
Meewes, 2002 (Alemanha) e
Meier & Berger, 2012 (Alemanha).

Os resultados estão resumidos na tabela 1.9.1. As interseções em níveis diferentes provocam menor índice de acidentes que as interseções em nível. As diferenças são maiores para as interseções em X que para as interseções em T (para as interseções em T, as diferenças não são estatisticamente significativas). A diferença é ainda maior para os acidentes com feridos que para os acidentes em geral. Os resultados para as interseções em desnível incluem diferentes tipos de interseções em desnível, como as interseções em desnível plenamente desenvolvidas, em que os fluxos de tráfego das vias não se cruzam, e a interseção em desnível parcialmente desenvolvida, em que uma das vias permite o cruzamento do fluxo de trânsito.

Meewes (2002) e Meier e Berger (2012) compararam o risco de acidentes entre as interseções em desnível e as interseções em nível, tanto no caso de serem plenamente quanto parcialmente desenvolvidas. Os resultados mostram que as interseções em desnível completas apresentam 17% menos acidentes que as interseções em desnível parcial e risco de 35% menos acidentes que as interseções em nível; as interseções em desnível parcial apresentaram 8% menos acidentes que as interseções em nível. A diferença entre as interseções em desnível completas e as interseções em nível parece ser menor que a diferença entre todos os tipos de interseção em nível (-45%), o que não é lógico e pode estar relacionado ao fato de a redução de 45% ter sido baseada principalmente em estudos mais antigos.

Os resultados, entretanto, não podem ser interpretados como uma redução dos acidentes devido à construção de uma interseção em desnível. As vias das interseções em desnível (ao menos a via principal) geralmente possuem um padrão mais elevado e um risco de acidentes menor que as demais. O impacto nos acidentes da conversão de uma interseção em nível para uma interseção em desnível também depende dos padrões da via antes e depois da conversão. O impacto também depende das mudanças no volume de tráfego (ver capítulo 1.2).

Tipos de interseção em desnível: Knutsen (2013) mostrou, em um estudo sobre interseções em desnível, que a interseção em trevo apresenta uma média de risco de acidentes 73% maior que as interseções em diamante.

TABELA 1.9.1: RELAÇÃO ENTRE AS INTERSEÇÕES EM DESNÍVEL VS AS INTERSEÇÕES EM NÍVEL E O NÚMERO DE ACIDENTES.

Tipos de medidas	Variação porcentual do número de acidentes		
	Impacto nos acidentes	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Interseção em desnível em vez de interseção em nível	Acidentes com feridos	-45	(-58; -28)
	Gravidade não especificada	-22	(-31; -12)
Interseção em desnível em vez de interseção em T	Acidentes com feridos	-23	(-68; +86)
	Gravidade não especificada	-15	(-22; -8)
Interseção em desnível em vez de interseção em X	Acidentes com feridos	-57	(-63; -50)
	Gravidade não especificada	-25	(-44; +1)
Interseção em desnível em vez de interseção com semáforo	Acidentes com feridos	-29	(-41; -14)
	Gravidade não especificada	-28	(-36; -18)
Interseção em desnível completa em vez de interseção em nível	Gravidade não especificada	-35	(-43; -27)
Interseção em desnível completa em vez de interseção em desnível parcial	Gravidade não especificada	-17	(-24; -8)
Interseção em desnível parcial em vez de interseção em nível	Gravidade não especificada	-8	(-30; +21)

As interseções em trevo apresentam loops e rampas, isto é, rampas com mudanças de direção acima de 270 graus, enquanto que as interseções em diamante possuem somente rampas retas. Wold (1995) também aponta as interseções em diamante como o tipo mais seguro de interseção em desnível. Há várias possíveis explicações, como, por exemplo, o fato de a interseção em diamante possuir rampas à direita e ser relativamente simples e direta.

Risco de acidentes nas interseções em desnível: as rodovias com interseções em desnível (conforme a legislação rodoviária) possuem uma variedade de estudos que indicam que o risco de acidentes é maior em áreas com interseções que em áreas sem interseções (Donnell & Mason, 2004, 2006; Caliendo et al., 2007; Zhang et al., 2012; Kiattikomol et al., 2008; Lu et al., 2014). Quanto maior for o risco dos acidentes, maior será a variação entre os estudos (entre +7% e +164%), sendo que não é possível chegar a um valor de impacto geral. Além disso, o risco de acidentes é maior nas rampas que nos segmentos retos de rodovia (3,3 vezes maior conforme Torbic et al., 2009). Por outro lado, os acidentes ocorridos nas interseções em desnível são em média menos graves que os demais acidentes nas rodovias (Kiattikomol et al., 2008; Manner & Wunsch-Ziegler, 2013), o que pode ser explicado pela menor velocidade nas áreas de interseção. Anastasopoulos et al. (2012) mostram que os segmentos de rodovia com interseções em desnível apresentam em média 10% menos acidentes com vítimas que os segmentos de rodovia sem interseções em desnível. Entretanto, isto não é uma regra geral. Caliendo et al. (2007) mostram que os seg-

mentos com interseções em desnível apresentaram 6,6% mais acidentes que os segmentos de rodovia sem interseções em desnível e, ainda, que os acidentes foram cerca de 29% mais graves nos segmentos com interseções em desnível.

Distância entre as interseções em desnível: a duplicação da distância entre duas interseções em desnível reduz o número de acidentes em cerca de 30% (tanto o número total quanto o número de acidentes com feridos) de acordo com Bared (2007). Park et al. (2010) indicaram que cada rampa de entrada a mais por milha (1 milha = 1,6 quilômetro), independente de qual seja seu sentido, conduz a um aumento do número de acidentes em torno de 3% (intervalo de confiança de 95% [+1; +6]). Não foram encontradas quaisquer relações para as rampas de saída. Uma distância muito curta entre uma rampa de entrada e uma de saída pode exigir a adoção de uma faixa de tráfego extra, que se estenda a partir da extremidade da rampa de entrada até o início da rampa de saída, o que reduz o risco de acidentes. O impacto é maior quanto menor for a distância entre as rampas (Le & Porter, 2012).

Número de faixas na via principal: as interseções em desnível com quatro faixas na via principal, de acordo com Tielaitos (2000), apresentam 30% mais acidentes [+5; +61] que as interseções em desnível com duas faixas na via principal.

Rampas de saída vs rampas de entrada: as rampas de saída apresentam uma maior média para acidentes (e também mais graves) que as rampas de entrada (Johannessen, 1998; McCartt et al., 2004;

Khorashadi, 1989). As rodovias com interseções em desnível apresentam maior risco de acidentes nas proximidades das rampas de entrada que nas proximidades das rampas de saída (Kopelias et al., 2007). Os tipos de acidente mais frequentes nas rampas em declive são a colisão traseira e a colisão lateral no mesmo sentido (McCartt et al., 2004).

Tipos de rampa: os riscos de acidentes nos diferentes tipos de rampa foram avaliados nos seguintes estudos:

Bauer & Harwood, 1998 (EUA);
Janson et al., 1998 (EUA);
Johannesen, 1998 (Noruega) e
Lord & Bonneson, 2005 (EUA).

Em geral, o maior risco de acidentes encontra-se em rampas de saída com faixa de desaceleração seguida por loop e uma interseção em nível com a via secundária; nesses casos, os riscos são 76% maiores [+48; +109] que nos demais tipos de rampa. Outros tipos de rampa (entrelaçamentos, rampas retas e acessos na própria rampa) apresentam taxas de acidentes relativamente similares.

Raio da curva nas rampas: rampas com maior raio de curva, de acordo com Yates (1970), provocam em média menos acidentes que as rampas com menor raio de curva. Não foram encontrados novos estudos que relacionem o raio de curva aos acidentes.

Controle de velocidade: o controle de velocidade regula quantos veículos em uma rampa de entrada podem acessar a via principal e quando.

Faixa de desaceleração versus redução do número de faixas: Chen et al. (2009) mostra que as áreas de interseção em que umas das pistas da rodovia principal se converte em rampa de saída (ou seja, o número de faixas na via principal será reduzido após a saída das rampas) apresentam 68% mais acidentes do que quando há uma faixa de desaceleração e o número de faixas antes e depois da rampa se mantém inalterado.

Comprimento da faixa de desaceleração: há resultados de diferentes estudos sobre a relação entre o comprimento da faixa de desaceleração e a diminuição dos riscos de acidente. Um aumento na extensão da faixa de desaceleração de 10 pés (cerca de 30 m) acarreta uma redução no número de acidentes de 7% [-13; 0], de acordo com Cirillo (1968); de 11% [-27; +8], de acordo com Chen et al. (2014),

e de 4,8%, de acordo com Bared et al. (1999). No entanto, conforme Chen et al. (2009), o número de acidentes apresentou um aumento médio de 22% [+12; +32] devido à duplicação do comprimento da faixa de desaceleração. O aumento nos acidentes é maior para as rampas de saída em seções com duas faixas do que quando há apenas uma faixa. A explicação para a divergência dos resultados se deve provavelmente a diferentes comprimentos da faixa de desaceleração. Faixas de desaceleração mais curtas podem causar frenagens bruscas e devem ter capacidade suficiente para acomodar os veículos de modo a não formar filas no sentido da via principal (Chen et al., 2014). Por outro lado, as faixas de desaceleração de maior extensão, de acordo com Chen et al. (2009) e Garcia e Romero (2006), apresentam muitas possibilidades para mudanças de faixas e maior velocidade que nas faixas de desaceleração mais curtas, o que pode explicar uma taxa de acidentes mais elevada.

Comprimento da faixa de aceleração: geralmente há mais acidentes quanto maior for a diferença de velocidade entre a faixa de aceleração e a via principal (Ahmed et al., 2008). A velocidade depende da formação de tráfego nas rampas de entrada e nas faixas de aceleração. Uma faixa de aceleração de maior comprimento pode, portanto, apresentar menos acidentes que uma faixa de aceleração de menor comprimento. Em um estudo em que as faixas de aceleração sofreram um aumento de 100 pés (cerca de 30 m) no comprimento, conforme Bauer e Harwood (1998), houve um aumento do número de acidentes em torno de 9% [+6; +11]. Isso pode ser explicado pelo aumento da exposição ao risco, ou seja, as faixas de aceleração mais longas não são necessariamente mais perigosas que as faixas de aceleração mais curtas.

Número de faixas de aceleração/desaceleração: as zonas de aceleração/desaceleração em que o veículo não precise mudar de faixa mais de uma vez para entrar ou sair da via principal apresentam em média 30% menos acidentes que na situação em que é necessário trocar de faixa duas ou mais vezes (Golob et al., 2004).

O número de faixas nas rampas e faixas extras entre rampas de entrada e saída: Liu et al. (2010) aponta que as vias com curtas distâncias entre as interseções em desnível apresentam uma média de 43% [-58; -22] menos acidentes nas áreas de interseção. Há menos acidentes quando cada rampa de entrada e de saída possui uma faixa e quando

é adicionada uma faixa extra entre rampas de entrada e de saída do que em outras configurações (como, por exemplo, quando não há uma faixa extra entre as rampas de entrada e de saída ou quando apenas uma das rampas possui mais de uma faixa).

Impactos na mobilidade

As interseções em desnível conduzem o tráfego em pontos em que o volume é demasiadamente alto para ser comportado pela interseção em nível; sendo assim, em rodovias em que se observa um alto nível de velocidade, a interseção em nível representa um elevado risco. Desta forma, é prudente afirmar que a mobilidade é aumentada na maioria dos casos. Não foram encontrados estudos que apontam o quão grande são os impactos das interseções em desnível na mobilidade.

Os modelos de cálculo com base na relação geral entre o volume de tráfego, a capacidade e o tempo de espera nas interseções indicam que a média de ganho de tempo por veículo nas interseções em desnível encontra-se entre 5 e 15 segundos (Elvik, 1993). As faixas de aceleração nas interseções em desnível podem acarretar uma economia de tempo de 7 a 9 segundos por veículo, quando há 500 veículos por hora na via principal e entre 100 e 250 veículos por hora nas entradas das rampas. A economia de tempo aumenta entre 14 e 106 segundos por veículo quando o volume de tráfego é duas vezes maior (Tuovinen et al., 2002).

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que demonstrem quaisquer impactos das interseções em desnível no meio ambiente. Uma interseção em desnível exige uma área maior que a interseção em nível. As rampas construídas, bem como as pontes, parecem dominar a paisagem e degradar a vista da população residente próximo à via. As interseções em desnível podem reduzir o consumo de combustível se levarem a uma redução das manobras de frenagem e/ou aceleração.

Custos

Não foram encontrados dados sobre os atuais custos referentes às interseções em desnível.

Avaliações de custo-benefício

Apesar da falta de informações sobre o custo, bem como dos benefícios da construção de uma interseção em desnível, sabe-se que estes fatores variam muito de lugar para lugar, por isso não é feita uma estimativa de avaliação dos custos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a construção de uma interseção em desnível diferente deve ser tomada pela autoridade viária.

Requisitos e procedimentos formais

Os critérios para a escolha dos tipos de interseção em diferentes tipos de rodovia dependem, entre outros fatores, do volume de tráfego e do limite de velocidade, o que é fornecido no manual N100 dos Projetos Viários e de Estradas (Statens vegvesen, 2013). Se a construção de uma interseção em desnível requer uma realocação das áreas regulamentadas, é necessário que se tenha um plano regulamentado. Isso será aplicável, por exemplo, se as medidas forem total ou parcialmente aplicadas a uma rodovia já existente. A autoridade rodoviária é responsável por garantir que o planejamento necessário seja posto em prática e que as normas vigentes sejam propriamente aplicadas e cumpridas.

A decisão sobre a construção de uma interseção em desnível é de responsabilidade das autoridades rodoviárias, conforme o tipo de rodovia pública. Quanto à necessidade de zoneamento, encargos ou de alvará de construção, essas decisões cabem ao município. A construção de uma interseção em desnível geralmente faz parte de um plano mais amplo para a construção de novas vias ou melhorias no sistema viário principal em uma área. Esses planos devem ser aprovados pelas autoridades políticas competentes.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades rodoviárias são responsáveis pela decisão de construir uma interseção em desnível. Os custos ficam por conta do órgão gestor da rodovia, que pode ser estadual, distrital ou municipal.

1.10 MELHORIA DE PONTOS CRÍTICOS

O capítulo foi revisado em 2009 por Michael W. J. Sørensen (TØI)

Problema e finalidades

É possível ver acúmulo de tráfego em determinados lugares como cidades e vilarejos e também fora das zonas urbanas. Geralmente pode ser em um cruzamento ou junção, em trechos com curvas, cruzamentos ferroviários, topos de morros, pontos de estreitamento ou pontes.

O acúmulo de acidentes em um lugar pode ser devido em parte por um projeto incorreto, incompleto ou inapropriado ou a problemas na regulamentação no local. Neste caso, o congestionamento pode ser evitado ou atenuado com correção destas condições adversas.

As atribuições, as análises e as medidas de reparação em local crítico específico com número elevado de acidentes começaram na Noruega em 1971. Há, portanto, 40 anos de tradição de trabalho na Noruega (Statens vegvesen, 2007).

No último período de 1999-2003, quando foi realizado um levantamento geral, foram registrados 418 trechos com acidentes e 949 pontos críticos nas rodovias européias, nacionais e regionais. Dos pontos críticos, 574 (60%) estão em um trecho de alta incidência de acidentes. Não há registros do número de “pontos críticos” nas vias municipais (Statens vegvesen, 2007).

Nos 418 trechos com ocorrência de acidentes, ocorreram 6.336 acidentes com feridos com um total de 515 mortes ou ferimentos graves. Nos 375 “pontos críticos” não inclusos nos trechos com ocorrência de acidentes, ocorreram 1.744 acidentes com feridos, com um total de 180 mortes e ferimentos graves. Pode haver falhas nos boletins de ocorrência policial, de modo que os números dos danos reais talvez sejam maiores. Eles referem-se a 26% dos boletins de ocorrência de acidentes e vítimas nas estradas europeias, nacionais e regionais e a 12% das mortes e ferimentos graves. A taxa de mortos e gravemente feridos é consideravelmente menor que a taxa de acidentes, explicado pelo fato de que muitos locais de acidentes estão localizados em municípios onde os acidentes são menos graves, devido à baixa velocidade nesses locais (Statens vegvesen, 2007).

Verifica-se que o volume de tráfego não está incluído nos estudos. Muitos pontos críticos específicos nas rodovias, no entanto, estão ligados ao tráfego pesado e não apresentam especificamente um alto risco de acidentes quando comparado a locais que não são considerados pontos críticos. (Elvik, 1993A, Ragnøy, Christensen e Elvik, 2002).

A finalidade do levantamento, da análise e recuperação de pontos críticos é eliminar ou minimizar os erros e omissões, melhorar o projeto das vias e a regulamentação do tráfego, que causam particularmente muitos acidentes ou risco de acidentes. Sendo assim, pode-se prever a redução do número de acidentes nesses locais.

Descrição da medida

Não existe uma definição internacional padrão de pontos críticos. A definição varia de país para país e de autoridade viária para autoridade viária. Do ponto de vista teórico, os pontos críticos podem ser definidos como qualquer local que (Elvik 2007, Sørensen e Elvik, 2007):

1. tenha um número elevado de acidentes esperados no local;
2. seja maior que outros locais semelhantes e
3. tenha riscos locais.

Pontos críticos devem ser sempre definidos conforme o número de acidentes esperados para o local, não baseado no número de acidentes registrados, uma vez que o número de acidentes registrados é afetado por uma variação aleatória e sistemática e somente a causa da variação sistemática é de interesse do trabalho de segurança viária. Em segundo lugar, eles devem ser comparados com o número de acidentes esperados para locais semelhantes. Finalmente, o número estimado deve ser maior em locais onde os acidentes esperados podem ser atribuídos a fatores de riscos locais, relacionados à via ou à regulamentação de trânsito, que podem ser removidos ou minimizados por medidas técnicas (Elvik, 2007; Sørensen e Elvik, 2007).

A identificação dos pontos críticos deve, idealmente, ser realizada usando-se o chamado “método empírico de Bayes”, que é o melhor para fazer identificações confiáveis dos locais com fatores de risco (Elvik, 2007). Não há recursos ou dados para implementar identificação tal como deveria ser. Ao invés disso, prefere-se um modelo simples de acidente ou

um método baseado em categorização (Sørensen, 2007).

A Noruega define estes locais especificamente por acidentes como: (Statens vegvesen, 2007):

- **Pontos de acidentes:** No mínimo quatro boletins de acidentes relataram acidentes com feridos nos últimos cinco anos a uma distância máxima de 100 m.
- **Trechos de acidentes:** No mínimo 10 boletins de acidentes relataram acidentes com feridos em cinco anos ao longo de um trecho de mais de 1.000 m. Esse trecho pode compreender um ou mais pontos críticos, mas também pode ser caracterizado por um padrão de acidente ao longo de todo o trecho.

As definições usadas são a partir de 2007, mas consistentes com a definição anterior de 1983 (Statens vegvesen, 1983), mas com a ressalva de que o período foi estendido de quatro para cinco anos. As definições não estão em conformidade com a definição ideal. Por outro lado, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (2007) desconsidera a variação aleatória e se concentra em pontos com riscos locais na fase posterior de análise.

Como resultado da adoção da Visão Zero na Noruega em 2000, o trabalho de identificação e recuperação de pontos críticos específicos foram suplantados com a identificação de trechos perigosos, com alta incidência de acidentes com vítimas ou danos materiais, distinguindo-se entre acidentes de diferentes graus de severidade (Ragnøy, Christensen e Elvik, 2002). A identificação com base na densidade do grau de dano esperada é o balanço entre o ocorrido e o grau de severidade normal. O registro do grau de severidade é calculado com base no número registrado de pessoas feridas ou mortas em um determinado trecho da via, enquanto que o grau normal da gravidade da lesão é calculado utilizando o modelo de fatores que influenciam o cálculo. O cálculo ponderado registrou que 33,2 pessoas foram mortas, 22,7 foram feridas muito gravemente, 7,6 foram gravemente feridas e 1 teve ferimentos leves. Estes valores representam os custos econômicos das lesões no trânsito (Ragnøy, Christensen e Elvik, 2002). O grau de severidade esperado foi possivelmente calculado no trecho de um quilômetro de extensão para as rodovias europeias e nacionais. Baseado nestes cálculos, as rodovias foram subdivididas em três padrões proporcionais de segurança: perigoso, vermelho ou sem trecho definido (Ragnøy e Elvik 2003):

- **Perigosos, vermelhos ou sem trecho definido:** 10% dos trechos com grau de severidade esperado elevado e onde são registrados mortes e ferimentos graves.

Ragnøy e Elvik (2003) recomendam que a análise de acidentes seja feita por meio de várias curvas de correlações com grau de severidade esperado elevado. Para trechos perigosos, devem-se realizar melhorias a cada ano e fazer auditorias de segurança e correção de aproximadamente 400 quilômetros dos trechos considerados vermelhos (Statens vegvesen, 2005, 2007b, 2008).

A tendência de suplantando ou substituir as tradicionais análises de pontos críticos pela chamada análise de segurança da malha viária (gestão de segurança viária), onde o foco é um trecho longo e perigoso de rodovia que normalmente se estende para fora das áreas urbanas, é encontrada cada vez com mais frequência em países como a Dinamarca, Suécia, Finlândia, Países Baixos e Reino Unido, que, como a Noruega, possuem uma longa tradição no estudo dos acidentes (UE, 2003, Sørensen, 2006, SWOV, 2007). A explicação é que todos os piores pontos críticos foram corrigidos simultaneamente com novos pontos, como resultado de uma visão mais ampla de como construir vias mais seguras e implementando a auditoria de segurança viária, com a qual as condições da via são investigadas em sua construção. Atribuições, análise e correções de pontos críticos específicos têm um enorme potencial em países com menos tradição deste tipo de trabalho.

Impacto sobre os acidentes

As medidas usadas para recuperar os pontos críticos e trechos com acidentes variam de local para local. Recuperação de pontos críticos e trechos com acidentes podem ser percebidas como uma abordagem geral para a melhoria da segurança no trânsito, onde se exploram os registros de acidentes e outras informações para encontrar medidas supostamente mais eficazes e essas medidas são implantadas onde se acredita ter o maior impacto sobre os acidentes. Consequentemente, há o interesse em resumir as experiências sobre recuperação de pontos críticos e trechos de acidentes. Consulte outros capítulos para obter informações sobre as medidas individuais usadas na recuperação de pontos críticos e trechos de acidentes.

Uma série de estudos mostra a experiência geral sobre a recuperação de locais classificados como pontos críticos:

Exnicios, 1967 (EUA);
 Malo, 1967 (EUA);
 Wilson, 1967 (EUA);
 Tamburri, Hammer, Glennon e Lew, 1968 (EUA);
 Hammer, 1969 (EUA);
 Dearinger e Hutchinson, 1970 (Grã-Bretanha e EUA);
 Duff, 1971 (Grã-Bretanha);
 Hatherly e Lamb, 1971 (Grã-Bretanha);
 Karr, 1972 (EUA);
 Hvoslef, 1974 (Noruega);
 OECD, 1976 (França);
 Hatherly e Young, 1977 (Grã-Bretanha);
 Vodahl e Johannessen, 1977 (Noruega);
 Jørgensen, 1979 (Dinamarca);
 Statens vegvesen, 1983 (Noruega);
 Boyle e Wright, 1984 (Grã-Bretanha);
 Elvik, 1985 (Noruega);
 Lovell e Hauer, 1986 (EUA);
 Persaud, 1987 (Canadá);
 Christensen, 1988 (Noruega);
 Mountain e Fawaz, 1989 (Grã-Bretanha);
 Corben, Ambrose e Wai, 1990 (Austrália);
 Flagstad, 1990 (Noruega);
 Wong, 1990 (EUA);
 Lalani, 1991 (EUA);
 Retting, 1991 (EUA);
 Sørensen, 1991 (Dinamarca);
 Kølster, Pedersen et al., 1992 (Países Nórdicos);
 Mountain e Fawaz, 1992 (Grã-Bretanha);

Mountain, Fawaz e Sineng, 1992 (Grã-Bretanha);
 Værø, 1992 (Dinamarca);
 Holmskov e Lahrman, 1993 (Dinamarca);
 Tziotis, 1993 (Austrália);
 Gregory e Jarrett, 1994 (Grã-Bretanha);
 Mountain et al., 1994 (Grã-Bretanha);
 BTCE, 1995; Motha, Musidlak e Williams, 1995 (Austrália);
 Mountain, Jarrett e Fawaz, 1995 (Grã-Bretanha);
 Legassick, 1995 (Grã-Bretanha);
 Proctor, 1995 (Grã-Bretanha);
 Weinert, 1996 (Alemanha);
 Corben e Hamish, 1998 (Austrália);
 Mountain, Maher e Fawaz, 1998 (Grã-Bretanha);
 Giæver; 1999 (Noruega);
 Corben et al.; Newstead e Corben, 2001 (Austrália);
 Bureau of Transport Economics, 2001 (Austrália);
 Københavns Amt, 2001 (Dinamarca);
 Larsen, 2002 (Dinamarca);
 Sørensen e Jensen, 2004 (Dinamarca);
 Statens vegvesen, 2005a (Noruega);
 TEB 2005, 2007 (Austrália);
 Meuleners et al., 2005, 2008 (Austrália) e
 Scully et al., 2006; Corben et al., 2008 (Austrália).

Está provado que os resultados de uma pesquisa sobre a recuperação dos chamados pontos críticos dependem fortemente do estudo do controle das fontes de erros, e especialmente se a pesquisa fez um controle de regressão sobre o índice de acidentes. A tabela 1.10.1 apresenta os resultados dos estudos que controlaram a ocorrência e a regressão de acidentes em geral.

TABELA 1.10.1: EFEITOS SOBRE OS ACIDENTES DA RECUPERAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS. É FEITA UMA ANÁLISE GERAL SOBRE A OCORRÊNCIA E REGRESSÃO DOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	As melhores estimativas	Intervalo de confiança
Recuperação dos trechos e pontos críticos			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes no local	-26	(-25; -27)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes no local	-19	(-31; -6)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes no local em área urbana	-30	(-31, -28)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes no local em zona rural	-43	(-47, -39)
Recuperação dos pontos críticos			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes no ponto crítico	-33	(-36; -30)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes no ponto crítico	+0	(-27; +38)
Recuperação de trechos de acidentes			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes no trecho	-28	(-31; -28)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes no trecho	-16	(-39; +15)

Nas pesquisas que não controlaram os números sobre a regressão de acidentes, verificou-se consideravelmente maior declínio no número de acidentes do que o especificado na tabela 1.10.1. Os resultados destes estudos não são metodologicamente duradouros e, portanto, não são apresentados aqui.

Alguns estudos também examinaram a possível migração dos acidentes para outros locais próximos a locais recuperados como resultado das melhorias em pontos críticos especiais. A migração de acidentes significa que o número de acidentes aumentou em locais próximos aos locais reparados, ou seja, a ação não produziu resultado.

A tabela 1.10.2 mostra os resultados dos estudos sobre o impacto da recuperação de pontos críticos sobre os acidentes, onde se tem tanto a ocorrência dos acidentes em geral como a regressão controlada em números de acidentes e a migração dos acidentes. O controle da migração dos acidentes acontece por meio da observação da ocorrência de acidentes no local recuperado e nos locais próximos.

Os resultados na tabela 1.10.2 sugerem que, na prática, obtém-se uma redução no número de acidentes quando se leva em conta o aumento de pontos de acidentes localizados próximos ao local onde ocorreram as melhorias. Estes resultados devem ser considerados preliminares, com algum ceticismo (Elvik, 1997). Existem poucas pesquisas que estudaram a migração dos acidentes devido aos resultados das melhorias dos pontos críticos. Estas investigações até agora não deram nenhuma boa explicação para o fenômeno. Não se sabe quando ocorre essa migração generalizada, ou qual é a tendência de migração de acidentes e qual é a causa.

Impacto na mobilidade

O impacto das ações de melhorias dos pontos críticos e trechos de acidentes depende das medidas que

são usadas. As ações podem melhorar a mobilidade, especialmente quando não há tráfego pesado, como canalização no cruzamento, criação de rotatórias, regulamentação da sinalização nos cruzamentos, melhoria dos sistemas de sinalização existentes e melhoria da aderência da superfície da via. As medidas que reduzem a mobilidade são a redução dos limites de velocidade e outras medidas de redução da velocidade. As medidas que têm poucos efeitos sobre a mobilidade são as melhorias em relação às sinalizações de direção e de curvas, melhorias em relação à visibilidade e à recuperação da sinalização horizontal.

O impacto no meio ambiente

O impacto ambiental do tráfego depende do volume de veículos e, em parte, do limite de velocidade e sua uniformidade, da composição do tráfego, do alinhamento da via e do ambiente ao longo dela. Uma mudança significativa do impacto ambiental é conseguida mudando estas condições.

A principal finalidade da correção dos pontos críticos ou trechos com acidentes é muitas vezes a redução do limite de velocidade. Esta medida reduzirá os problemas ambientais ao longo da via. As medidas que melhoram a qualidade da mobilidade, ou seja, reduzem o congestionamento, levam a uma velocidade mais suave e geralmente também reduzem os problemas ambientais. O mesmo aplica-se às medidas que reduzem o volume de tráfego. No entanto, este é um resultado secundário da melhoria dos pontos de acidente.

A melhoria dos locais definidos como pontos críticos pode ter tanto um impacto positivo como nenhum impacto ou ainda um impacto negativo, mas na maioria dos casos o impacto será positivo ou neutro (Sørensen e Mosslem, 2009).

TABELA 1.10.2: EFEITOS DA RECUPERAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS SOBRE OS ACIDENTES. SÃO CONTROLADOS PELA OCORRÊNCIA DE ACIDENTES EM GERAL, REGRESSÃO E MIGRAÇÃO DE ACIDENTE. VARIAÇÃO PORCENTUAL DOS ACIDENTES.

Severidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Pontos críticos e locais próximos			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-5	(-21; +14)
Trechos de acidentes e locais próximos			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-2	(-9; 5)

Custos

O custo das melhorias dos pontos críticos e trechos de acidentes depende das medidas adotadas, podendo variar muito, de alguns milhares a muitos milhões de dólares, a exemplo da construção de um anel viário numa via. Uma análise sobre a melhoria de 300 pontos críticos em Østfold mostra que os custos de construção variaram entre NOK 10 mil e NOK 1,6 milhão. O custo médio das melhorias foi de NOK 0,2 milhão por ponto crítico. Além disso, têm-se os custos de operação e manutenção (Statens vegvesen, 2005a).

Para uma auditoria de segurança viária em um trecho perigoso, calcula-se um custo médio de NOK 0,6 milhão por km para a implementação de medidas imediatas. O custo depende do tipo de medida e se é um trecho de rodovia ou uma via urbana. Além disso, tem-se também os custos de operação e manutenção, bem como os custos para a implementação da auditoria de segurança viária (Statens vegvesen, 2005).

Avaliações de custo-benefício

A ideia básica com o levantamento e a melhoria dos pontos críticos e trechos de acidentes é a identificação do risco local relacionado a um projeto detalhado e ao comportamento do tráfego local. Isso normalmente significa que as localidades podem sofrer melhorias a um custo relativamente baixo, uma vez que apenas algum detalhe do projeto precisa ser alterado, e não o projeto geral. Já o custo-benefício destas medidas corretivas pode ser razoavelmente alto. Um relatório que recomenda a melhoria dos pontos críticos na cidade de Hamar mostra que muitas medidas têm taxas de custo-benefício de 30 e 60 (Stigre, 1993A). As medidas mais abrangentes geralmente têm uma taxa de custo-benefício menor.

É feito um exemplo de cálculo onde se supõe que a recuperação de um ponto de acidente custe NOK 2 milhões e que o custo operacional seja de NOK 50.000. Supõe-se que haja quatro ocorrências de acidentes com vítimas nos cinco anos que correspondam à definição de um ponto de acidente. Supõe-se que o número de acidentes com vítimas seja reduzido em 25% (o efeito é aparentemente menor na Noruega do que em países com menos tradição neste trabalho), enquanto o número de acidentes com danos materiais mantém-se inalterado. O cálculo é realizado por um período de 25 anos. Nestas

proporções, obtém-se uma taxa de benefício de cerca de 4. Medidas de construção com custo aproximado acima de NOK10 milhões teriam uma taxa de custo-benefício de 1.

Se, no entanto, em um trecho com muitos acidentes (ou muitas vítimas em um ponto crítico), com 10 boletins de ocorrência com vítimas em 5 anos, correspondendo com a definição de um trecho de acidente, a reconstrução custaria NOK 2 milhões para o trecho de acidente, as despesas operacionais seriam de NOK 50.000 e uma eficácia de 25% proporciona uma relação de custo-benefício de cerca de 10. Uma taxa de custo-benefício de 1 será alcançada por meio de construções com custos de até NOK 25 milhões aproximadamente.

O custo-benefício das medidas imediatas para auditoria de segurança viária em 345 quilômetros de rodovias norueguesas é estimado em 2,5. Ele varia de 1,1, em vias com um VDMA de 5.000 veículos, a 5,7, em vias com um VDMA de 30.000 veículos. Em outras palavras, as medidas de segurança viária são rentáveis para as vias com VDMA de mais de 5.000 veículos (Erke e Elvik, 2007).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a melhoria dos pontos críticos dos trechos de acidentes e dos trechos perigosos da via serão normalmente tomadas pelas autoridades com base nos boletins de ocorrência policial sobre acidentes com vítimas.

Requisitos formais e procedimentos

Se a melhoria dos pontos críticos e/ou trechos de acidentes exige a realocação de uma área regulamentada, deve-se ter um plano elaborado. Isto se aplica às medidas totais ou parcialmente implementadas fora da área da via existente. A autoridade viária é responsável por garantir que os planos necessários sejam preparados e tratados adequadamente no que diz respeito ao acesso público, etc. e que os planos sejam seguidos.

Para ajudar na identificação dos pontos críticos, verifica-se a análise dos acidentes ocorridos nos pontos de acidentes e a seleção das ações corretivas observadas na Statens vegvesen e encontradas

no Håndbok115, Análise de locais de acidentes com anexos (Statens vegvesen, 2007, 2007a). O manual descreve detalhadamente como proceder.

Para identificar os trechos perigosos, desenvolveu-se um método que tem como base de cálculo os custos dos danos. Os trechos demandam custos particularmente elevados no que diz respeito às principais medidas de melhoria. O método está descrito no relatório TØI 618/2002 (Ragnøy, Christensen e Elvik) e a aplicação está descrita no relatório TØI 649/2003 (Ragnøy e Elvik). Desenvolve-se um programa de PC, Skost, que seleciona trechos de altos custos com sinistros. A ferramenta TSEffekt contém um banco de dados com várias medidas de segurança viária, e ela é utilizada para calcular os efeitos da aplicação das medidas adequadas aos pontos críticos. A última versão do programa foi em 2011, com um banco de dados com várias medidas de segurança viária que podem ser escolhidas para minimizar o dano.

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (2005) descreve um método para a auditoria de segurança de trechos perigosos. Para que seja feita uma auditoria, o indivíduo deve ser treinado como auditor de segurança viária. O manual também descreve o processo e a responsabilidade em uma auditoria.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade rodoviária é responsável pela implementação das decisões sobre a melhoria de pontos críticos e trechos de acidentes. Os custos são responsabilidade do titular da via, ou seja, da rodovia estadual, distrital, municipal e do conselho das estradas municipais.

1.11 MELHORIA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DAS VIAS

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2007

Problema e finalidades

Vias/rodovias estreitas facilmente geram situações perigosas, principalmente com o aumento do tráfego. Uma via estreita possibilita menos espaço aos condutores, menos espaço para manobrar o veículo e, assim, menos margem de erro de julgamento que em uma via larga, especialmente em altas velocidades. A área

disponível de via pode ser determinante para evitar vários tipos de acidentes, como a colisão frontal e a saída de pista, além de influenciar nas manobras de ultrapassagem e parada no acostamento. Pedestres e ciclistas também podem ter menos espaço para trafegar em vias estreitas do que em vias mais largas, especialmente quando há elevado fluxo de veículos.

A melhoria da seção transversal das vias tem como finalidade proporcionar a todos os usuários maiores margens de segurança, tornando a via mais larga, definindo acostamentos, aumentando o número de faixas, implantando faixas de ultrapassagem e/ou com a criação de divisões centrais (com ou sem separação física). Outra finalidade importante da seção transversal das vias é aumentar a mobilidade e a capacidade. Para outras medidas relacionadas ver capítulos 1.5, 3.25 e 3.26.

A melhoria da mobilidade muitas vezes leva ao aumento do volume de tráfego. Por isso, é importante prestar atenção às alterações do volume de tráfego quando são estimadas as consequências de segurança da melhoria na seção transversal. O número de acidentes por veículos-km geralmente diminui em função do volume de tráfego.

Descrição da medida

Os requisitos para a seção transversal das vias estão estipulados nas normas viárias (Statens vegvesen, Håndbok-017, 2008). As exigências atuais estão na tabela 1.11.1.

Por exemplo, para vias principais com VDMA abaixo de 5.000 veículos, é necessária uma faixa de 3,25 metros de largura, proporcionando uma largura da faixa de rolamento de 6,5 metros. Cada acostamento deve ter 1 metro de largura, totalizando 2 metros. A largura total da via resultaria em 8,5 metros. Para vias vicinais e vias de acesso, os requisitos são menos rigorosos, o que significa que são permitidos pista e acostamento mais estreitos.

A melhoria da seção transversal refere-se às seguintes medidas:

- aumento do número de faixas;
- aumento da largura da via;
- aumento da largura da faixa de rolamento;
- construção de uma faixa de ultrapassagem (simples ou dupla);
- estabelecimento de acostamento;

TABELA 1.11.1: REQUISITOS PARA A SEÇÃO TRANSVERSAL DAS VIAS NAS NORMAS VIÁRIAS.

Classe	Limite de velocidade (km/h)	Volume diário médio anual-VDMA (veículos)	Número de faixas	Largura da faixa (m)	Largura do acostamento (m)	Diferentes sentidos de condução ¹	Largura da via (m)
Vias principais							
P1	60	< 12,000	2	3.25	1.00	-	8.5
P2	80	< 4,000	2	3.25	1.00	-	8.5
P3	90	< 4,000	2	3.25	1.00	-	8.5
P4	80	4,000 - 8,000	2	3.50	1.00	FC 1m	10.0
P5	90	8,000 - 12,000	2	3.75	1.50	DG 1,5m	12.5
P6	60	> 12,000	4	3.25	0.75	DGu	16.0
P7	80	> 12,000	4	3.50	1.50	DG 2m	19.0
P8	100	12,000 - 20,000	4	3.50	1.50	DG 2m	19.0
P9	100	> 20,000	4	3.50	3.00	DG 2m	22.0
Outras rodovias							
R1	80	< 1,500	2	2.75	0.50	-	6.5
R2	80	1,500 - 4,000	2	3.00	0.75	-	7.5
Vias vicinais							
Vv1	50	< 1,500	2	2.50	0.5	-	6.0
Vv2	50	> 1,500	2	2.75	0.5 / 0.25	-	6.25
Vv3	80	< 1,500	2	2.75	0.5	-	6.5
Vias de acesso							
Va1	30		1	4.00	0.5	-	5.0
Va2	50		2	3.00	0.5	-	7.0
Va3	50		1	4.00	0.0	-	4.0

¹FC: faixa central; DG: divisão central com gradil; DGu: divisão central com guia.

- aumento da largura do acostamento e pavimentação do acostamento;
- alteração simultânea da largura da faixa de rodagem e da largura dos acostamentos;
- aumento da largura de pontes;
- melhorias gerais no padrão da via e áreas de escape para veículos pesados.

Várias outras medidas de melhoria de seção transversal são descritas em outros capítulos do Manual de Segurança Viária:

- inclinação transversal da via faixa (Capítulo 1.13)
- conversão à esquerda em vias de mão dupla (Capítulo 3.13)
- divisão central (Capítulo 1.15)
- combinações de medidas diferentes (Capítulo 1.14)

Impacto sobre os acidentes

Número de faixas

A influência do número de faixas para a segurança viária foi estudada nas seguintes pesquisas:

Kihlberg, Tharp (1968);
 Thorson & Mouritsen (1971);
 Andersen (1977);
 Nordtyp-projektgruppen (1980);
 Vejdirektoratet (1980);
 Muskaug (1981);
 Rogness, Fambro & Turner (1982);
 Krenk (1985);
 Harwood (1986);
 Levine, Golob & Recker (1988);
 Blakstad & Giæver (1989);
 Goble (1994);
 Bauer & Harwood (2000);
 Buss (2000);
 Agent & Pigman (2001).

Com base nesses estudos, a tabela 1.11.2 fornece o impacto do aumento do número de faixas no número de acidentes. Uma meta-análise anterior (Trafikk-sikkerheshåndboken, 1997) mostrou que há uma variação considerável nos resultados. Os impactos são parcialmente diferentes para áreas urbanas e áreas rurais, além de muito inconsistentes. Foi feita uma nova análise em que não houve a diferenciação entre áreas urbanas e rurais. A maioria dos resulta-

dos da tabela 1.11.2 baseia-se em muito poucas pesquisas. Para o impacto nos acidentes com vítimas do aumento do número de faixas de 2 para 4, há 26 estimativas. Elas não parecem que foram afetadas pelo viés de publicação.

Quase nenhum resultado é estatisticamente significativo. O efeito do aumento do número de faixas de 1 para 2 (que é o único que mostra um aumento significativo no número de acidentes), é baseado em apenas uma pesquisa de 1968. O efeito global de todas as medidas para aumentar o número de faixas é igual a zero. Em razão dos resultados inconsistentes, é absolutamente duvidoso que os efeitos combinados sejam significativos. Foi encontrada uma redução do número de acidentes resultantes da redução do número de faixas, que se baseou em três estimativas de efeito de apenas uma pesquisa.

Todos os impactos, como mostra a tabela 1.11.2, foram baseados em testes em que o risco de acidentes foi calculado como o número de acidentes por veículos-km. Não foi levado em consideração que o risco de acidente muda em função da densidade de tráfego. Se as pesquisas tivessem controlado a relação entre a densidade da corrente de tráfego e o risco de acidentes, é possível que várias delas tivessem encontrado um aumento do risco de acidentes.

Bus (2000) pesquisou o impacto do aumento do número de faixas sem alteração na largura da via existente sobre a velocidade e sobre os acidentes. O número de faixas foi aumentado de 2 para 3 ou de 3 para 4 nos dois sentidos e, ao mesmo tempo, as faixas e os acostamentos ficaram mais estreitos. Não foi encontrado nenhum impacto significativo no número de acidentes. A velocidade média de condução aumentou 21%, V85 (85º percentil, a velocidade que não é excedida por 85% dos veículos) aumentou 10% e o desvio padrão da velocidade de condução diminuiu. Além disso, o número de filas diminuiu 58%.

Análises de regressão: várias pesquisas que não estão incluídas nos impactos da tabela 1.11.2 utilizaram modelos de regressão: Forckenbrock & Foster (1997), Harnen et al.(2003), Milton & Mannering (1998), Milton & Mannering (1996), Noland & Oh (2004), Poch & Mannering (1996), Sawalha & Sayed (2001) e Shankar, Milton & Mannering (1997). Quase todos os estudos encontraram um risco maior de acidentes em vias com várias faixas. Uma exceção é a pesquisa de acidentes envolvendo motocicletas em interseções na Malásia (Harnen et al., 1996), que apontou que o número de acidentes envolvendo motocicletas diminuiu com o aumento do número de faixas. No entanto, é possível que isso se deva a limitações metodológicas da pesquisa.

TABELA 1.11.2: IMPACTO DO AUMENTO NO NÚMERO DE FAIXAS NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Especificação da medida	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
2 faixas em vez de 1	não especificada	+73	(+67; +79)
2 faixas em vez de 1 e aumento da largura da faixa de rolamento	Acidentes com vítimas	+1	(-20; +28)
3 faixas em vez de 2	Acidentes com vítimas	+9	(-17; +44)
	Acidentes com danos materiais	+78	(+27; +150)
	Gravidade não especificada	+26	(-3; +65)
4 faixas em vez de 2*	Acidentes com vítimas	-11	(-25; +5)
	Acidentes com danos materiais	-7	(-31; +25)
	não especificada	-12	(-23; +2)
3 ou 4 faixas sem acostamento asfaltado em vez de 2 ou 3 faixas com acostamento asfaltado	não especificada	+33	(-61; +354)
6 faixas em vez de 4	Acidentes com vítimas	-5	(-35; +40)
	Acidentes com danos materiais	-1	(-45; +77)
	não especificada	-2	(-29; +33)
4 ou mais faixas em vez de 3 ou menos faixas	não especificada	-16	(-53; +49)
Uma faixa nova	não especificada	-1	(-20; +22)
Aumento no número de faixas (todas as especificações)	não especificada	0	(-7; +7)
Número de faixas reduzido (2 no lugar de 4)	não especificada	-44	(-59; -22)

*Os impactos que foram calculados usando modelos de efeito fixo têm sinais contrários e são significativamente diferentes dos resultados calculados usando modelos de efeito aleatório (aqui são mostrados os resultados dos modelos de efeito aleatório).

Área urbana vs área rural: a análise na edição anterior desta obra mostrou impactos diferentes em áreas urbanas e rurais, mas sem quaisquer resultados sistemáticos. Bauer e Harwood (2000) relataram um menor risco de acidentes em vias com 4 ou mais faixas que em vias com 3 ou 2 faixas em áreas rurais, e em áreas urbanas o efeito foi inverso. Harwood (1986) relatou um risco de acidente reduzido em vias com várias faixas também em áreas urbanas (4 faixas sem divisão central *vs* 2 faixas).

Padrão viário e ambiente de tráfego: além das análises de regressão, a maioria das pesquisas sobre o impacto do número de faixas para a segurança viária são estudos transversais em que os acidentes nas vias com números diferentes de faixas são comparados em um dado período. Há algumas pesquisas de antes e depois do aumento do número de faixas. Uma possível fonte de erro nessas pesquisas pode estar nas diferentes características das vias com diferentes números de faixas. As vias com múltiplas faixas estão presentes principalmente nas cidades e em outros lugares com um ambiente de tráfego complexo. Em vias com passagem em nível, as interseções ficam tanto maiores quanto mais complicadas quando o número de faixas aumenta.

Também não houve controle para diferentes níveis de velocidade. Com o aumento do número de faixas, pode-se esperar uma velocidade mais elevada se todo o resto permanecer igual. Supõe-se que o aumento da velocidade pode acontecer especialmente em vias que tinham muito pouca capacidade anteriormente e passam a ter capacidade suficiente com o aumento do número de faixas. Além de velocidade mais alta, tem-se também maior oportunidade de mudança de faixa e de ultrapassagens, o que representa um novo risco.

O efeito do número de faixas depende da existência ou não de divisão central na via. Council e Stewart (1999) não encontraram nenhuma diferença no risco de acidentes entre vias de 2 faixas e de 4 faixas sem divisão central, mas sim um risco reduzido de acidentes em vias de 4 faixas com divisão central.

Gravidade do acidente: o aumento do número de faixas parece ter efeitos diferentes para diferentes gravidades do acidente, embora isso não seja mostrado na tabela 1.11.2. Na pesquisa realizada pela Forckenbrock & Foster (1997), a taxa de acidentes fatais dentre todos os acidentes com vítimas foi 44% mais baixa em vias de 4 faixas que em vias de 2. Ao contrário, Noland & Oh (2004) encontraram

um impacto significativo para os acidentes em geral, mas não para os acidentes fatais.

Cálculos com dados de acidentes da Noruega mostram que o aumento do número de faixas tem o efeito oposto sobre o número de acidentes por milhão de veículos-km e sobre os custos dos danos por veículos-km. Em vias com 4 faixas, o número de acidentes por veículos-km é aproximadamente 25% maior que em vias com 2 faixas. Os custos dos danos por veículos-km, porém, é aproximadamente 25% menor em vias com 4 faixas do que em vias com 2 faixas. Os custos para danos de acidentes em vias de 2 e 4 faixas com limites de velocidade entre 50 e 80 km/h são mostrados na figura 1.11.1 para vias com VDMA de 10.000 veículos. As estimativas são baseadas em um modelo de regressão em que se leva em consideração o VDMA. Os custos dos danos são afetados pelo risco e pela gravidade dos acidentes. Conseqüentemente, na Noruega a gravidade dos acidentes em vias de 4 faixas é menor que a dos acidentes que ocorrem em vias de 2 faixas. Uma possível explicação é que as vias de 4 faixas geralmente têm melhor padrão, apresentam divisão central e barreiras laterais que reduzem o risco de colisões frontais e de acidentes com saída de pista.

Conclusão: não é possível estabelecer nenhuma conclusão simples sobre a relação entre o número de faixas e os acidentes, pois os impactos dependem de muitos outros fatores. Em muitos casos o aumento do número de faixas não é uma medida particularmente promissora de segurança, mas leva a melhorias significativas na mobilidade.

Largura da via

Muitas pesquisas foram realizadas na Noruega, Suécia, Dinamarca, EUA e Austrália acerca do impacto da largura da via no número de acidentes. Os resultados aqui apresentados têm por base as seguintes pesquisas:

Brüde & Nilsson (1976);
 Brüde & Larsson (1977);
 Brüde, Larsson & Thulin (1980);
 Nordtyp-projektgruppen (1980);
 Vejdirektoratet (1980);
 Muskaug (1981);
 Björketun (1984);
 Krenk (1985);
 Muskaug (1985);
 Statens Vägverk (1985A);

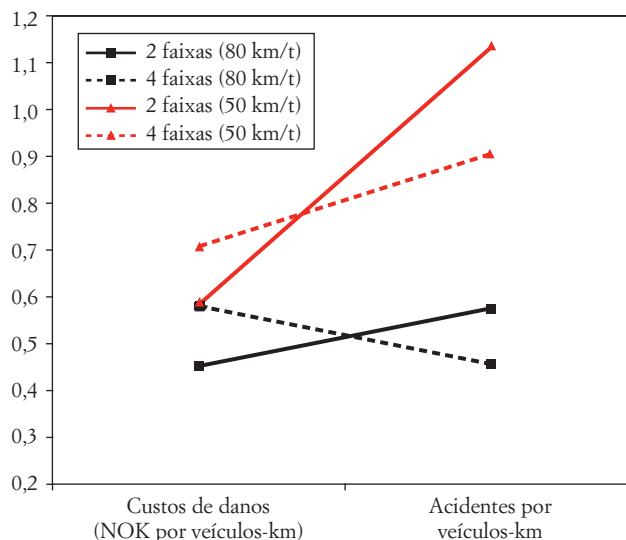


Figura 1.11.1: Custos dos acidentes em vias com diferentes números de faixas (para um VDMA = 10.000 veículos).

Zegeer & Deacon (1987);
English, Loxton & Andrews (1988);
Björketun (1991);
Elvik (1991A) e
Corben et al. (1996).

Com base nestes estudos, o impacto do aumento da largura da via no número de acidentes pode ser estimado conforme se observa na tabela 1.11.3.

Nas pesquisas como um todo, o aumento da largura da via reduz o número de acidentes em 7%. Existem diferenças entre a gravidade e entre o tipo de ambiente (rural e urbano). O aumento da largura

da via reduz o número de acidentes em áreas rurais, mas pode levar ao aumento do número de acidentes em áreas urbanas. O aumento da largura da via que fundamenta os valores acima citados é geralmente de 1 a 3 metros. Uma possível explicação para o fato do aumento da largura da via não parecer reduzir o número de acidentes em áreas urbanas é que vias mais amplas em cidades e aglomerações proporcionam interseções mais amplas, de modo que os pedestres levam mais tempo para atravessá-las, ou que o aumento da largura da via acaba sendo usado para estacionar veículos. O aumento da velocidade, devido ao aumento da largura da via, também pode contribuir para mais acidentes. Nas áreas rurais, há me-

TABELA 1.11.3: IMPACTOS DO AUMENTO DA LARGURA DA VIA NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DOS ÍNDICES DE ACIDENTES.

Especificação da medida	Variação percentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Aumento da largura de via (todas)			
Todas as medidas	não especificada	-7	(-8; -6)
Aumento da largura de via para atender aos requisitos mínimos em norma			
Rural	Acidentes com vítimas	-5	(-7; -3)
Rural	Acidentes com danos materiais	-13	(-22; -3)
Urbano	Acidentes com vítimas	+11	(+7; +15)
Urbano	Acidentes com danos materiais	-21	(-38; +0)
Aumento da largura de via que antes já atendia aos requisitos mínimos em norma			
Rural	Acidentes com vítimas	-8	(-10; -6)
Rural	Acidentes com danos materiais	-10	(-14; -6)
Urbano	Acidentes com vítimas	+4	(+0; +8)
Urbano	Acidentes com danos materiais	+10	(+3; +18)

nos interseções e menos trânsito de pedestres; desta forma, o aumento na largura da via pode fazer mais sentido em termos de segurança, pois o aumento do nível de velocidade representa um impacto menor para a segurança que nas cidades.

Os resultados não especificam se a maior largura na via é alcançada com o aumento da largura das faixas de rolamento ou da largura dos acostamentos ou, ainda, com o estabelecimento de divisão central. Os impactos da largura da via, da largura dos acostamentos e da pavimentação do acostamento são descritos a seguir.

Um estudo dos EUA (Garber e Erhard, 2000), que considerou a densidade do tráfego e o desvio padrão da velocidade como controles, não encontrou nenhuma relação entre a largura da via ou a largura do acostamento e o número de acidentes.

Largura da faixa de rolamento

A influência da largura da via para o número de acidentes foi pesquisada em vários estudos que compararam vias com diferentes larguras de faixa de rolamento:

Thorson & Mouritsen (1971);
Zegeer, Deen & Mayes (1981);
Rosbach (1984) e
Tsyganov et al. (2005).

Os aumentos na largura da faixa de rolamento pesquisados foram de 0,3-0,5 metro. Com base nestes estudos, o impacto do aumento da largura das faixas

de rolamento no número de acidentes foi estimado conforme mostra a tabela 1.11.4.

Os resultados são inconsistentes. Para as pesquisas como um todo, o aumento da largura da faixa de rolamento de 0,3-0,5 m tem como resultado uma pequena e estatisticamente insignificante redução no número de acidentes.

Os resultados que fazem a diferenciação entre trechos retos e curvas são baseados na pesquisa de Tsyganov et al. (2005). Com faixas mais largas, o risco de acidentes aumenta em trechos retos, mas é reduzido nas curvas. O efeito para as curvas, no entanto, não é estatisticamente confiável.

O aumento da largura de uma faixa de rolamento mais estreita que o permitido nas normas viárias para uma largura dentro da norma parece aumentar o número de acidentes com vítimas, mas reduzir o número de acidentes com danos materiais. Os resultados referentes aos acidentes com gravidade não especificada baseiam-se em uma pesquisa americana (Zege, Deen & Mayes, 1981) que também incluiu os acidentes com danos materiais nos dados. O aumento da largura de uma faixa de rolamento que já estava dentro do exigido em normas (ou seja, de uma faixa que está dentro das menores dimensões normatizadas para uma largura maior) reduz o número de acidentes.

Harwood (2003) realizou um estudo da literatura e concluiu que não há consenso sobre como a largura das faixas afeta a velocidade e os acidentes. Também não foi encontrada nenhuma relação sistemática entre a velocidade de projeto (relacionada à largura das faixas) e o nível real de velocidade.

TABELA 1.11.4: IMPACTOS DO AUMENTO DA LARGURA DA FAIXA NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Especificação da medida	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Aumento de aproximadamente 0,3-0,5m			
Todos	Gravidade não especificada	-4	(-12; +4)
Trecho reto	Gravidade não especificada	+19	(+3; +37)
Curvas	Gravidade não especificada	-8	(-32; +26)
Aumento da largura de faixa para atender aos requisitos mínimos em norma			
Rural	Acidentes com vítimas	+9	(+4; +14)
Rural	Gravidade não especificada	-5	(-8; -1)
Urbano	Acidentes com vítimas	+14	(+7; +20)
Aumento da largura de faixa que antes já atendia aos requisitos mínimos em norma			
Rural	Acidentes com vítimas	-8	(-14; -1)
Rural	Gravidade não especificada	-19	(-24; -15)

Modelos de regressão: em várias pesquisas foram elaborados modelos de regressão para analisar o impacto da largura da faixa de rolamento: Abdel-Aty Radwan (2000), Harnen et al.(2003), Milton & Mannering (1996), Milton & Mannering (1998), Noland & Oh (2004), Noland & Oh (2004), Strathman et al. (2001), Vogt & Bared (1998).

Os resultados são tão divergentes quanto os resultados mostrados na tabela 1.11.4. O aumento da largura da faixa de rolamento leva ao aumento do risco de acidentes segundo metade das pesquisas e à redução do risco, de acordo com a outra metade. Na pesquisa de Noland & Oh (2004), que se baseia no maior número de acidentes, o impacto sobre o número de mortes é maior que sobre os acidentes em geral. Houve controle tanto para a largura dos acostamentos quanto para o número de faixas (e diversas outras variáveis).

Variáveis moderadoras: há vários efeitos possíveis de interação entre a largura da faixa de rolamento e outras características da via, o que pode explicar os resultados divergentes:

- **Objetivos do aumento da largura:** o impacto da largura da faixa de rolamento nos acidentes parece ser influenciado pelo objetivo do aumento da largura (Harwood, 2003). Quando a largura da faixa de rolamento é reduzida para que seja instalada uma faixa de conversão para esquerda em pista de mão dupla no meio da via, os acidentes normalmente diminuem de 24% a 53%. Quando a largura da faixa de rolamento é reduzida para aumentar o número de faixas, o risco de acidente ou permanece inalterado ou aumenta, especialmente nas interseções.
- **Faixa de largura extra:** pesquisas da Baviera e do Canadá (Frost & Keller, 1990) mostraram que faixas extralargas levam a uma melhor mobilidade, menos ultrapassagens, menor porcentual de veículos em comboio, maior velocidade e mais veículos acima do limite de velocidade. Apesar do impacto sobre a velocidade, houve menos acidentes e eles foram de menor gravidade (0,5 ao invés de 0,6 acidente por milhão de veículos-km, 160 ao invés de 210 feridos por 100 acidentes), o que é explicado pela redução do número de conflitos entre veículos.
- **Número de faixas:** Abdel-Aty & Radwan (2000) incluíram a relação entre a largura da faixa de rolamento e o número de faixas em modelo de regressão. O número de acidentes é menor em vias com faixas largas e com número reduzido de fai-

xas. Tanto a largura da faixa de rolamento quanto o número de faixas não têm um impacto significativo no número de acidentes.

- **Limite de velocidade:** de acordo com Milton & Mannering (1996), muitas vezes as faixas são mais estreitas em vias com limites de velocidade mais baixos. Isso pode ajudar a reduzir o risco de acidentes em vias com faixas estreitas, embora o risco de acidentes aumente em faixas estreitas se todo o resto permanecer inalterado.
- **Largura do acostamento:** Hanley, Gibby & Ferrara (2000) encontraram menos acidentes com o aumento de ambas a largura da faixa de rolamento e a do acostamento.
- **Trecho reto vs curvas:** Tsyganov et al. (2005) encontraram um aumento significativo no número de acidentes apenas em trechos retos, mas não em curvas. (ver os resultados apresentados anteriormente)
- **Área urbana vs área rural:** o impacto parece ser diferente entre áreas mais e menos densas em termos de população (ver os resultados apresentados anteriormente).
- **Largura do acostamento e raio de curva:** Hanley et al. (2000) examinaram o impacto de diferentes medidas de melhorias em curvas horizontais. De acordo com essa pesquisa, o aumento da largura do acostamento e da largura da faixa de rolamento, sem mudança de raio de curva, leva a um aumento significativo, 47%, no número de acidentes. O aumento da largura do acostamento ou da largura da faixa em combinação com o aumento do raio de curva não tem nenhum impacto nos acidentes.

Conclusão: a largura da faixa de rolamento parece afetar o número de acidentes, mas o efeito depende de vários fatores e pode ser positivo ou negativo para a segurança. Tem-se que a mobilidade é melhor em vias com faixas mais largas.

Faixa de ultrapassagem

Em trechos retos com grandes diferenças de velocidade para diferentes tipos de veículos podem surgir filas e situações de irritação dos condutores, o que pode levar a ultrapassagens mais arriscadas. Pode haver também longos aclives ou trechos com um grande número de veículos pesados. Com a construção de uma faixa adicional em subidas (ou seja, uma faixa de ultrapassagem), esses problemas podem ser reduzidos. O impacto das faixas de ultrapassagem no número de acidentes foi estimado com base nestes estudos da Suécia, Finlândia e Estados Unidos (tabela 1.11.5):

TABELA 1.11.5: IMPACTOS DA FAIXA DE ULTRAPASSAGEM NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual no número de acidentes		
	Acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Faixa de ultrapassagem unilateral (trecho curto com 3 faixas)			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-13	(-27; +4)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-18	(-27; -7)
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-15	(-23; -7)
Gravidade não especificada	Acidentes na faixa de ultrapassagem	-30	(-37; -22)
Gravidade não especificada	Acidentes antes e depois da faixa de ultrapassagem	-20	(-35; 0)
Faixa de ultrapassagem bilateral (trecho curto com 4 faixas)			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-40	(-55; -25)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-6	(-37; +42)

Sinclair & Knight (1971);
Statens Vägverk (1979);
Harwood & St John (1985);
Tiehallinto (1998);
Mutabazi Russell & Stokes (1999) e
Potts & Harwood (2004).

A faixa de ultrapassagem unilateral (em apenas um sentido de fluxo) reduz o número total de acidentes em 15%. O impacto sobre os acidentes com vítimas e sobre acidentes com danos materiais é praticamente igual. Atenta-se para o efeito da faixa de ultrapassagem nos trechos antes e depois da mesma, pois seria razoável que os acidentes aumentassem nesses trechos, uma vez que uma faixa de ultrapassagem aumenta o número de ultrapassagens e, portanto, o nível de velocidade (Statens Vägverk, 1979). Statens Vägverk (1979) e Tiehallinto (1998) relataram reduções na taxa de acidentes tanto na faixa de ultrapassagens como nos trechos antes e depois da mesma. A diminuição é maior na faixa de ultrapassagem. Pode-se explicar a redução de acidentes nas proximidades de uma faixa de ultrapassagem pelo fato de muitos condutores desistirem de ultrapassar antes e ultrapassarem nas proximidades de uma faixa de ultrapassagem. Na Finlândia (Tuovinen & Enberg, 2003), foram pesquisados os impactos de linhas contínuas e faixa única no final de uma faixa de ultrapassagem. As linhas contínuas levam a ultrapassagens menos perigosas e em menor número.

Faixas de ultrapassagem bilaterais (nos dois sentidos de fluxo) levam a uma grande redução do número de acidentes com vítimas, mas não parecem reduzir o número de acidentes com danos materiais. Frost & Morrall (1998) encontraram um impacto maior em acidentes fatais (-28%) e em acidentes

com vítimas (-24%) que em acidentes com danos materiais (-15%).

Para ambos os tipos de faixas de ultrapassagem, há um número muito pequeno de estimativas de impactos para que fosse possível testar o viés de publicação.

Potts & Harwood (2004) pesquisaram o efeito da faixa de ultrapassagem em vias com duas faixas e diferentes densidades de tráfego (com VDMA entre 5.000 e 12.000 veículos). O efeito da faixa de ultrapassagem é maior nas rodovias com maior VDMA, de modo que a relação entre o VDMA e o impacto é praticamente linear e crescente.

Forckenbrock & Foster (1997) elaboraram modelos de regressão com várias características viárias como preditores. A eliminação de todos os obstáculos para ultrapassagem reduz o número de acidentes em 15% (e o efeito é estatisticamente significativo). Entre outros, houve controle do número de faixas.

Conclusão: medidas que melhoram as oportunidades de ultrapassagem reduzem o número de acidentes e levam a uma melhor mobilidade.

Acostamento

A importância dos acostamentos fora dos limites da pista de rolamento foi investigada na Dinamarca e nos Estados Unidos:

Zegeer, Deen & Mayes (1981);
Rogness, Fambro & Turner (1982);
Rosbach (1984);
Wang et al. (1998) e
Brown & Tarko (1999).

Os efeitos de acostamentos mais largos, que são quase tão largos quanto uma faixa normal, foram pesquisados por Heidemann, Bäumer, Hamacher & Hautzinger (1998).

Com base nestes estudos, estimou-se o impacto da construção de acostamentos no número de acidentes, conforme a tabela 1.11.6.

As rodovias com acostamento (geralmente com 0,3a1 m de largura) têm, de acordo com estas pesquisas, aproximadamente 15% menos acidentes que as rodovias sem acostamento. Isso diz respeito a trechos em áreas rurais. O impacto nos acidentes com danos materiais parece ser maior que o impacto nos acidentes com vítimas, mas o resultado para o primeiro baseia-se em apenas uma pesquisa.

O impacto do acostamento foi pesquisado em um estudo utilizando modelos de regressão. Brown & Tarko (1999) encontraram uma redução grande e significativa no número de acidentes em vias com acostamento.

O impacto de acostamentos extralargos foi examinado em vias de 4 e 6 faixas com divisão central, barreira central e lateral com diferentes VDMAs (de 10.000 veículos até acima de 40.000 veículos). Encontrou-se uma significativa redução do número de acidentes com vítimas. O impacto é maior em vias com VDMA elevado. Acostamentos largos podem evitar acidentes de saída de pista e também oferecem a possibilidade de o veículo ser parado sem se tornar um obstáculo para os usuários das faixas de rolamento. Estima-se também uma redução dos congestionamentos.

Conclusão: acostamentos reduzem o número de acidentes.

Largura e pavimentação dos acostamentos

A importância da largura do acostamento no número de acidentes foi pesquisada por:

Zegeer, Deen & Mayes (1981);
Barbaresso e Bair (1983);
Rosbach (1984);
Navin & Appeadu (1995) e
Wang et al. (1998).

A pavimentação do acostamento foi pesquisada por:

Corben (1996);
Ogden (1997) e
Wang et al. (1998).

Com base nessas pesquisas, o impacto nos acidentes é estimado tal como mostra a tabela 1.11.7.

O aumento da largura do acostamento parece reduzir o número de acidentes, especialmente o número de acidentes com vítimas em rodovias.

As vias foram divididas em diferentes categorias de largura na maioria das pesquisas, e há diferentes categorias que foram comparadas, de modo que também não é possível calcular a relação entre o aumento da largura do acostamento e o tamanho do impacto. Os estudos incluem os acostamentos pavimentados e os não pavimentados. Não se pode ignorar a existência de muitas diferenças entre vias com acostamentos estreitos e mais largos, e é possível que os resultados se devam em parte a outros fatores além da largura dos acostamentos.

A pavimentação do acostamento parece levar a uma grande e significativa redução do número de acidentes, tanto para acidentes com saída de pista quanto para outros tipos de acidentes.

Modelos de regressão: o impacto da largura do acostamento foi estudado nas seguintes pesquisas com modelos de regressão: Council & Stewart (1999), Forckenbrock & Foster (1997), Hanley, Gibby & Ferrara (2000), Ivan, Wang & Bernardo (2000), Knuiman, Council & Reinfurt (1993), Míaou (1994), Milton & Mannering (1998), Milton & Mannering (1996), Noland & Oh (2004),

TABELA 1.11.6: IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DE ACOSTAMENTOS NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Especificação da medida	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Construção de acostamento	Acidentes com vítimas	-17	(-30; -2)
	Acidentes com danos materiais não especificada	-49	(-60; -43)
		-26	(-40; -11)
Acostamento extralargo	Acidentes com vítimas	-19	(-29; -7)

TABELA 1.11.7: IMPACTOS DO AUMENTO DA LARGURA E DA PAVIMENTAÇÃO DO ACOSTAMENTO NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES. FONTE: TØI.

Especificação da medida	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Aumento da largura do acostamento (rural)	Acidentes com vítimas	-18	(-27; -7)
	não especificada	-12	(-23; 0)
Aumento da largura do acostamento (urbano)	não especificada	-27	(-43; -8)
Pavimentação do acostamento	não especificada	-37	(-48; -24)

Shankar, Milton & Mannering (1997), Strathman et al. (2001), Vogt & Bared (1998), Wang et al. (1998).

A maioria das pesquisas encontrou um risco significativamente baixo de acidente em vias com acostamentos mais largos ou um aumento de com acostamentos mais estreitos (abaixo de 1,5m).

Duas pesquisas indicaram um aumento no risco de acidentes com acostamentos mais largos: Ivan, Wang & Bernardo constataram vários acidentes individuais em vias com acostamentos mais largos, mas esta pesquisa baseia-se em apenas poucos acidentes; Strathman et al. (2001) encontraram um aumento no risco em rodovias com acostamentos mais largos, mas não em outros tipos de vias.

Variáveis moderadoras:

- **Gravidade do acidente:** o impacto parece ser maior sobre acidentes não fatais. Em uma pesquisa ampla (Noland & Oh, 2004), o efeito para os acidentes como um todo foi o mais significativo; já o impacto sobre acidentes fatais não se mostrou significativo.
- **Uso do acostamento como faixa:** Milton & Mannering (1996) e Shankar, Milton & Mannering (1997) encontraram um aumento do risco de acidentes quando há uma parede de rocha ou outra barreira/muro na lateral da rodovia. Isso é porque, de acordo com Milton & Mannering, os condutores usam frequentemente o acostamento da rodovia como pista e são surpreendidos quando, de repente, encontram uma parede de rocha/

barreira quando eles esperam a continuação do acostamento.

- **Volume de tráfego:** Zegeer et al. (1994) não encontraram correlação entre o acostamento e o risco de acidentes em vias de duas faixas em áreas rurais com baixo VDMA (abaixo de 2.000 veículos) e concluíram que o impacto provavelmente depende da densidade de tráfego.

Conclusão: acostamentos mais largos e pavimentados levam a menos acidentes na maioria das circunstâncias.

Largura da faixa de rolamento e do acostamento

Parte das pesquisas estudou o impacto da forma de divisão da largura da via entre faixas e acostamento sobre a segurança viária. Esta é a questão central nas seguintes pesquisas da Dinamarca, Suécia e EUA:

- Rosbach (1984): redução de cada faixa em 0,25m; aumento correspondente do acostamento;
- DeLuca (1986): redução de cada faixa em 0,3m; aumento do acostamento em 1,2m;
- Lundkvist (1992): expansão em cada faixa de 3,75m para 5,5m; redução da largura do acostamento de 2,75m para 1,00m;
- Brüde & Larsson (1996): expansão de cada faixa de 3,75m para 5,5m; redução do acostamento de 3,25m para 1,00m.

A tabela 1.11.8 resume os resultados destas pesquisas.

TABELA 1.11.8: IMPACTO DE ALTERAÇÕES NA DIVISÃO DA LARGURA DE VIA ENTRE FAIXAS E ACOSTAMENTOS NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DOS ÍNDICES DE ACIDENTE. FONTE: TØI.

Especificação da medida	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Faixas mais estreitas e acostamentos mais largos	Acidentes com vítimas	-7	(-10; -2)
Faixas mais largas e acostamentos mais estreitos	Acidentes com vítimas	-5	(-16; +7)
	Acidentes com danos materiais	-8	(-17; +3)

Os resultados são inconsistentes. O número de acidentes parece diminuir com o estreitamento das faixas e o alargamento dos acostamentos e vice-versa, ou seja, quando as faixas são alargadas e os acostamentos, estreitados. Isso pode ser devido ao efeito de regressão para a média. É também possível que a própria mudança leve à redução de acidentes (efeito Hawthorne). Em dois estudos mais antigos, o impacto do aumento da largura das faixas foi comparado ao aumento da largura dos acostamentos (Zege et al., 1981; Turner et al., 1981). O aumento da largura das faixas teve maior impacto que o aumento da largura dos acostamentos.

Zegeer et al. (1994) identificaram uma interação entre a largura das faixas e dos acostamentos. Faixas mais estreitas requerem acostamentos mais largos para que se alcance um efeito positivo sobre acidentes.

Conclusão: os resultados não esclarecem qual alternativa entre acostamentos mais largos e faixas mais largas proporciona uma melhor segurança para determinada largura de via.

Largura de ponte

Quando a seção de uma ponte é mais estreita que a seção da via, em geral o risco de acidentes aumenta; por outro lado, o aumento da largura da ponte reduz o risco de acidentes. Foram encontradas duas pesquisas que estudaram o impacto do aumento da largura das pontes nos acidentes: Mak (1987) e Corben et al. (1996). O efeito combinado do aumento da largura das pontes é uma redução significativa de 35% (-51%; -14%).

Quando uma ponte é mais de 2m mais estreita que a via, o risco de acidentes aumenta em 43% (Mak, 1987). A pavimentação dos acostamentos sobre as pontes não mostrou efeito significativo no número de acidentes, de acordo com Corben et al.: -7% (-44%; +55%). Não foram encontrados estudos comparativos sobre o risco de acidentes em pontes e em trechos retos com seções transversais comparáveis. Porém, os resultados de Mak e Corben et al. indicam que a largura da ponte tem influência significativamente maior nos acidentes que a largura da via, segundo Hauer (1999).

Áreas de escape para veículos pesados

Uma medida que tem como finalidade prevenir acidentes de saída de pista com caminhões em declives

acentuados é a área de escape para veículos pesados. O efeito depende, entre outros fatores, de quão longo e íngreme é o declive, se há curvas horizontais nele e as condições do terreno lateral à via (Abdel Wahab & Morral, 1997). Não foram encontradas pesquisas acerca do impacto nos acidentes.

Impacto na mobilidade

O projeto de seção transversal das vias é de grande importância para a sua capacidade, para a experiência de velocidade dos condutores e para o nível de velocidade. O aumento da capacidade muitas vezes leva a um aumento do volume de tráfego, o que, em longo prazo, pode levar a mais acidentes, mas a um risco reduzido de acidentes.

Número de faixas: as vias com mais faixas de rolamento têm maior capacidade que as vias com poucas faixas. Nas vias com mais de duas faixas, há mais possibilidades de ultrapassagem, de modo que a velocidade média também tende a ser mais alta. Bus (2000) pesquisou o efeito do aumento no número de faixas, sem alterar a largura da via existente. A velocidade média de condução aumentou 21%, V85 (85º percentil, a velocidade que não é excedida por 85% dos veículos) aumentou 10% e o desvio padrão da velocidade de condução diminuiu. Além disso, o número de filas diminuiu em 58%.

Largura da via: uma via estreita aumenta a percepção da velocidade, enquanto uma via mais larga a enfraquece. Em vias mais estreitas, a tolerância da permanência ao lado de outro veículo também é menor que em vias mais largas, com faixas e acostamentos mais largos, considerando-se o mesmo nível de velocidade. Assim, pode-se conduzir mais rápido em uma via mais larga que em uma via mais estreita com os mesmos requisitos para se conduzir lado a lado com outro veículo. Portanto, não é surpreendente que a velocidade seja mais alta em vias mais largas que em vias mais estreitas. Uma pesquisa sueca (Nilsson, Rigefalk e Koronna-Vilhelmsson, 1992) apresentou as seguintes velocidades médias em vias com larguras diferentes (tabela 1.11.9).

Uma pesquisa norueguesa (Sakshaug, 1986) sobre fatores que afetam a velocidade média do tráfego em determinado limite de velocidade mostrou que, a cada metro aumentado na largura da via, a velocidade aumenta em 1,4 km/h para um limite de velocidade de 50 km/h e em 0,6 km/h em vias com limite de velocidade de 80 km/h.

TABELA 1.11.9: VELOCIDADE MÉDIA EM VIAS DE DIFERENTES LARGURAS.

Limite de velocidade (km/h)	Tipo e largura de via	Velocidade-limite dos veículos de passeio (km/h)
70	Rodovia federal, 4,7-6,5m	81
90	Rodovia federal, 6,5-7,0m	86
90	Rodovia federal, 8,0-9,5m	94
90	Rodovia federal, 11,0-13,0m	93
90	Rodovia – Classe A (divisão central)	101
110	Rodovia federal, 12,0-13,0m	107
110	Rodovia – Classe B, 11,0-13,0m	107
110	Rodovia – Classe A (divisão central)	113

Largura da faixa de rolamento: a velocidade tende a ser mais alta em faixas mais largas. Em faixas extralargas na Baviera e no Canadá (Frost & Keller, 1990), a mobilidade mostrou-se significativamente melhor que em vias com faixas de largura normal. Houve mais ultrapassagens, um menor número de veículos que conduziam próximos uns dos outros, uma velocidade mais alta e mais veículos acima do limite de velocidade.

Harwood (1990) encontrou uma relação entre a largura da faixa e sua capacidade: em relação à faixa com 12 pés (aproximadamente 3m) a capacidade das vias com faixas de 11 pés diminuiu 3%; em vias com faixas de 10 pés, 7%; e em vias com faixas de 9 pés, 10%.

Faixa de ultrapassagem: a faixa de ultrapassagem aumenta a mobilidade. Um estudo realizado nos EUA (Harwood e St John, 1985) mostrou que a velocidade média aumentou 3,5 km/h nos trechos com faixa de ultrapassagem (nível de velocidade: 85 km/h). A taxa de veículos em fila diminuiu de 35% imediatamente antes da faixa para 21% na faixa e 29% imediatamente depois da faixa de ultrapassagem. As vias pesquisadas tiveram um volume de tráfego horário (no período diurno) de 35 a 560 automóveis.

Acostamentos: os acostamentos podem melhorar a mobilidade, oferecendo a possibilidade de o veículo ser parado sem se tornar um obstáculo ao trânsito das faixas. Eles também podem contribuir para reduzir as filas (Heidemann et al., 1998).

Mobilidade vs segurança: as medidas que afetam a capacidade da via podem ter impactos diferentes na segurança e na mobilidade. Se uma melhor mobilidade leva ao aumento da velocidade, o risco de acidentes pode aumentar devido aos efeitos da velocidade nos acidentes. Uma mobilidade reduzida pode reduzir o risco de acidentes. Existem vários estudos que mostram que a formação de filas pode ter um efeito de redução de acidentes (Zouh

e Sisiokipu, 1997). Fridstrøm e Ingebrigtsen (1991) encontraram índices de acidentes reduzidos quando a relação volume/capacidade é maior, de modo que o número de mortos apresentou uma redução proporcionalmente maior que o número de feridos. Os resultados podem ser explicados pelo fato de a velocidade ser reduzida quando a relação volume/capacidade atinge ou extrapola seu limite máximo. Em um trânsito mais denso, os tipos de acidentes são também diferentes dos acidentes em situações de tráfego menos denso: a taxa de acidentes individuais (um veículo que sai da pista ou capotamentos) é mais baixa quando a densidade de tráfego é alta. Os acidentes individuais muitas vezes têm consequências mais graves que os acidentes envolvendo vários veículos. Quando melhorias na seção transversal da via aumentam a capacidade em relação ao volume de tráfego (ou seja, se o aumento da capacidade é maior que o aumento do volume de tráfego decorrente), geralmente o fluxo de trânsito, a mobilidade e a segurança melhoram (Harwood, 1995).

O aumento da mobilidade também pode melhorar a segurança viária se a densidade de tráfego aumentar. Quando não se foca especialmente em vias com capacidade insuficiente em relação ao volume de tráfego, o aumento da densidade de tráfego leva à redução do risco de acidentes. Ivan et al. (2000) encontraram um aumento no número de acidentes quando o volume de tráfego é menor que a capacidade. Os índices na Noruega mostram que o número de acidentes por milhão de veículos-km são menores quando o VDMA aumenta.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas sobre como as melhorias da seção transversal das vias atuam no meio ambiente. O aumento no número de faixas e na largura da via aumenta a área de superfície utili-

zada para o deslocamento. Se as melhorias da seção transversal da via levam ao aumento da velocidade e a um maior volume de tráfego, isso também terá impactos ambientais negativos. Uma via larga pode representar uma barreira maior para a travessia de pedestres e animais selvagens que as vias estreitas.

Custos

Os custos das melhorias na seção transversal viária variam muito, dependendo do tipo de medidas a que se referem, condições do terreno e densidade populacional. A melhoria da seção transversal é mais dispendiosa e tecnicamente complicada em áreas urbanas que em áreas rurais. As medidas também são mais caras em terrenos montanhosos que nos terrenos planos e sedimentares (Gabestad, 1981).

Isso é baseado em dados de projetos de melhorias que foram realizados em vários municípios entre 1998 e 2005. As vias em que os projetos foram concluídos tinham um VDMA de 3.300 veículos e um número relativamente elevado de acidentes com vítimas por veículos-km (1,543 *vs* o normal de 0,315). As melhorias gerais muitas vezes envolvem mudanças na seção transversal e no nivelamento, em conjunto com a renovação do pavimento. Os custos de manutenção variam de acordo com o VDMA, o número de veículos pesados e os níveis de velocidade.

Avaliações de custo-benefício

Elaborou-se um exemplo de cálculo relativo à melhoria geral de uma via com um limite de velocidade de 80 km/h. O custo anual esperado dos acidentes por quilômetro foi calculado com o modelo utilizado no TS-Pot. Estima-se que os custos dos acidentes sejam reduzidos em 20%. Estima-se também que a velocidade aumente de 80km/h para 90km/h. O

custo de tempo é estimado em NOK 155/h. Isto é baseado em Killi (1999), na composição do fluxo de veículos, no propósito e na duração das viagens. A tabela 1.11.10 mostra as reduções de custos estimadas para diferentes VDMAs.

O exemplo mostra que os benefícios socioeconômicos são superiores para as vias com maior VDMA. A economia de tempo é maior que a economia dos custos dos acidentes poupados. Isso se deve à relação logarítmica entre o VMDA e os acidentes. Sob as hipóteses dadas (espera-se uma redução do número de acidentes e aumento do nível de velocidade), as medidas que não custam mais de, respectivamente, NOK 0,5, 1 e 2 milhões por quilômetro por ano são socioeconomicamente rentáveis. Isso se não se levar em consideração nenhuma taxa de juros. A suposta redução nos acidentes (-20%) é realista no caso de medidas em conjunto, tal como o aumento da largura de acostamentos e a construção de divisórias centrais, possivelmente combinados com as medidas discutidas em outros capítulos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As solicitações do alargamento de vias são incorporadas ao programa de planejamento para o Plano Nacional de Transportes. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega sugere os investimentos, e as propostas são tratadas pelas autoridades políticas, ou seja, o conselho municipal (no município afetado), o parlamento estadual e o governo. Os projetos que as autoridades políticas venham a eleger são implementados em conformidade com o orçamento anual para fins viários. As demandas por melhores condições viárias vêm principalmente do setor empresarial, de um desejo de reduzir os custos de transporte e, assim, melhorar a competitividade das empresas.

TABELA 1.11.10: REDUÇÕES ESTIMADAS NOS CUSTOS DE ACIDENTES POR QUILOMETRO PARA UMA REDUÇÃO DO NÚMERO DE ACIDENTES DE 20% E UM AUMENTO NA VELOCIDADE MÉDIA DE 80KM/H PARA 90KM/H.:

Por km por ano	VDMA			
	1.000	5.000	10.000	20.000
Custos dos acidentes (NOK)	294.637	1.163.649	2.110.733	3.838.005
Custos dos acidentes evitados (NOK)	58.927	232.730	422.147	767.601
Custos da economia de tempo (NOK)	78.576	392.882	785.764	1.571.528
Soma dos custos economizados por ano	117.226	524.223	1.005.133	1.933.573

Requisitos e procedimentos formais

As novas vias/rodovias devem ser construídas de acordo com o Manual 017, que trata de requisitos de projeto da seção transversal de rodovias e vias. As características da seção transversal são determinadas de acordo com a escolha da classe para o dimensionamento. Em cada classe de dimensionamento, os requisitos para a seção transversal da via são adaptados ao volume de tráfego e o limite de velocidade. O planejamento de medidas de melhorias das vias públicas ocorre com base na Lei de Planejamento e Construção.

Muitas vias não têm a seção transversal em conformidade com as normas viárias padrão. Um programa de melhorias dessas vias faz parte do Plano Nacional de Transportes. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega estima que 70% das vias estaduais *não* estão dentro das normas viárias padrão, ou seja, em pelo menos algum ponto elas não cumprem os requisitos normativos viários. Essas exigências aplicam-se não somente à seção transversal, mas também ao nivelamento e ao projeto de interseções e de controle de tráfego.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade viária é responsável pela implementação de melhorias da seção transversal das vias e deve cobrir os gastos com essas medidas, de acordo com a jurisdição da via, que pode ser federal, estadual ou municipal.

1.12 MELHORIAS DA LATERAL DA VIA

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2010

Problema e finalidades

O projeto do terreno adjacente às vias tem influência tanto no número quanto na gravidade dos acidentes. Taludes íngremes aumentam a probabilidade de o veículo capotar e ter grandes quedas. Os capotamentos aumentam a probabilidade de os ocupantes do veículo serem jogados para fora ou de a cabine ser esmagada. Em ambos os casos, o perigo de morte e ferimentos graves aumenta significativamente (Eigen, 2005).

A presença de obstáculos fixos perto da via pode aumentar o número de acidentes por prejudicar a

visibilidade e dar menos margem para a recuperação do controle do veículo em caso de perda de controle. As colisões com objetos fixos na via são em média mais graves que outros tipos de colisões (Delaney, Langford, Corben, Newstead e Jacques, 2002; Good, Fox e Joubert, 1987). Os objetos contra os quais as colisões ocorrem com maior frequência são as árvores. Ademais, em áreas urbanas há postes e fora delas há encostas, morros, saias de aterros, etc. As colisões contra árvores são muitas vezes relacionadas a outros fatores de risco, tais como condutores jovens do sexo masculino, excesso de velocidade, álcool, fadiga e más condições de condução e visibilidade (Bendigeri, 2009; Kloeden, McLean, Baldock e Cockington, 1999).

A distância entre a linha de bordo da pista e a presença de obstáculos fixos é fator fundamental para a probabilidade de um veículo colidir com um objeto na lateral da via, esteja ele no lado externo de uma curva ou sobre um canteiro ou ilha. Portanto, normalmente há zonas definidas em uma rodovia onde não deve haver obstáculos fixos (são as chamadas “zonas livres”; Kloeden et al., 1999). Uma pesquisa americana (Glennon e Tamburri, 1967) mostrou que a probabilidade de lesão ou morte em acidentes de saída de pista aumenta quanto mais íngreme e mais alta for a encosta. Uma pesquisa sueca (Pettersson, 1977) reforça esses resultados. Nem sempre é possível ou apropriado proteger os obstáculos fixos ao longo da via com barreiras de segurança. A própria barreira é, em si, um obstáculo e pode, em certos casos, prejudicar a visibilidade.

Análises dos dados de acidentes da Noruega entre 2000 e 2009 mostram que cerca de 80% dos acidentes em que um objeto fixo na lateral da rodovia foi atingido foram acidentes individuais e cerca de 8% do total foram colisões frontais. Em 46% dos acidentes individuais um objeto fixo é atingido (poste, mastro, árvore, muro, pedra, morro, etc.), em 11% deles, o veículo cai numa vala ou na água. Os acidentes mais graves em que um objeto fixo é atingido são colisões contra árvores. Dentre todos os feridos ou mortos em acidentes, 4,7% das mortes e 14,9% dos feridos graves ocorrem em colisões com árvores. A taxa de mortos ou gravemente feridos é menor em colisões com outros objetos rígidos e a menor taxa é em colisões com barreiras (3,4% mortos e 9,8% gravemente feridos). Quando o veículo evade para uma vala ou cai na água, a taxa de mortos é de 3,1% e a de gravemente feridos é de 11,3%, dentre todos os feridos ou mortos em acidentes. Para efeitos de comparação, a taxa de mortes em todos os acidentes

com veículos motorizados é de 2,4% e taxa de gravemente feridos é de 8,9%.

A melhoria do terreno da lateral da via deve envolver a remoção especialmente de obstáculos fixos capazes de causar danos e obstrução da visibilidade, proporcionando aos condutores melhor oportunidade para recuperar o controle sobre o veículo em caso de saída de pista, particularmente em taludes planos, de modo a reduzir a probabilidade de capotamento e aumentar a distância lateral de obstáculos fixos.

Descrição da medida

Na Noruega muitas rodovias estão em terrenos difíceis, com taludes íngremes e altos. Muitas vezes árvores, montanhas ou outros obstáculos fixos estão perto da borda da via. No entanto, não existem estatísticas nacionais que mostrem a extensão da rede viária da Noruega com taludes íngremes e altos e/ou diferentes tipos de obstáculos fixos próximos à via. Não existem estatísticas nacionais sobre em quantos quilômetros de vias nem onde há realização de melhorias do terreno adjacente anualmente. Em relação a, por exemplo, intervenções na via para atender as normas, a melhoria do terreno adjacente também pode ser incluída.

As características do terreno adjacente citadas neste tópico são a inclinação dos taludes, a presença de obstáculos fixos e o aumento da distância entre a borda da via e os obstáculos fixos, barreiras e parapeitos – todos indicadores da periculosidade do terreno adjacente à via.

Impacto sobre os acidentes

Indicadores da periculosidade do terreno adjacente

Indicadores da periculosidade do terreno adjacente são, via de regra, definidos e baseados na existência

de taludes, valas e distância de objetos fixos, entre outros. Foram encontrados quatro estudos, todos dos Estados Unidos, que calcularam a relação entre os vários indicadores da periculosidade do terreno adjacente (Roadside Hazard Ratings, RHR) e o número de acidentes:

Al-Masaeid, 1997;
Vogt e Bared, 1998;
Wang, Hughes e Steward, 1998 e
Hauer, Council e Mohammedshah, 2004.

Hauer et al. (2004) não encontraram nenhuma relação entre o número de acidentes de saída de pista com os indicadores de periculosidade do terreno adjacente nem com o aumento da distância de objetos fixos laterais à pista.

Al-Masaeid (1997) desenvolveu um indicador da periculosidade da lateral da via com base na relação entre as diferentes características dos terrenos adjacentes e o número de acidentes individuais. A tabela 1.12.1 mostra a definição do indicador (RHR) e o número relativo aos acidentes (para RHR = 1, o número relativo de acidentes é definido como 1). O número de acidentes envolvendo vários veículos não está relacionado com o índice RHR.

Vogt e Bared (1998) e Wang et al. (1998) calcularam a relação entre um RHR e o número de acidentes que foram desenvolvidos por Zege, Lagosta, Reinfurt, Herf e Hunter (1987) com o auxílio de modelos de regressão. A tabela 1.12.2 mostra a definição de RHR e o número relativo de acidentes (para RHR = 1, o número relativo de acidentes é definido como 1). O número relativo de acidentes foi calculado como uma média ponderada com base nos resultados dos dois estudos.

Com base em todos os quatro estudos, calculou-se uma média ponderada para a categoria mais perigosa de RHR em comparação com a categoria de menor risco associado. O número relativo de aci-

TABELA 1.12.1: RELAÇÃO ENTRE O RHR E O NÚMERO DE ACIDENTES NO ESTUDO DE AL-MASAEID ET AL. (1997).

Índice de perigo no acostamento	Taludes	Distância entre o acostamento e objetos (postes, árvores, morros)	Valas	Número relativo de acidentes individuais	Número relativo de acidentes (todos os acidentes)
1	1:6 ou mais plano	> 20 m	< 1 m	1,00	1,00
2	1:3 ou mais plano	> 10 m	< 1 m	1,56	1,16
3	1:3 ou mais plano	> 5 m	< 3 m	2,02	1,27
4	1:3 ou mais íngreme	> 5 m	< 3 m	2,43	1,36
5	1:3 ou mais íngreme	< 5 m	> 3 m	2,80	1,42

TABELA 1.12.2: RELAÇÃO ENTRE RHR E O NÚMERO DE ACIDENTES NO ESTUDO DE VOGT E BARED (1998).

Índice de perigo no acostamento	Taludes	Distância entre o acostamento e objetos (postes, árvores, morros)	Oportunidade de recuperar o controle	Número relativo de acidentes (todos os acidentes)
1	1:4 ou mais plano	> 9 m	possível	1,00
2	1:4 ou mais plano	6 m - 7,5 m	possível	1,07
3	1:3 ou 1:4	3 m	difícil	1,11
4	1:3 ou 1:4	1,5 m - 3 m	difícil	1,14
5	1:3	1,5 m - 3 m	quase impossível	1,17
6	1:2	< 1,5 m	impossível	1,19
7	1:2 ou mais plano	< 1,5 m	impossível, grandes danos potenciais	1,21

dentos é, em média, 21,3% mais elevado em vias com terreno adjacente pertencente à categoria mais perigosa que em relação às vias onde o terreno adjacente pertence à categoria de menor perigo. Não é possível calcular o intervalo de confiança. Os resultados dos quatro estudos variam entre 0% e 42% mais acidentes em vias com terrenos adjacentes na categoria mais perigosa.

Redução da inclinação dos taludes

O impacto da redução da inclinação dos taludes sobre o número de acidentes foi estudado em quatro pesquisas americanas:

Dotson, 1982;
 Missouri Department of Transportation, 1980;
 Graham e Harwood, 1982 e
 Lee e Mannering, 2002.

Os resultados reunidos na tabela 1.12.3 mostram que a redução da inclinação dos taludes reduz o índice e a gravidade dos acidentes. Com base nestas pesquisas, a tabela 1.12.3 mostra o impacto de taludes mais planos sobre o número de acidentes. Lee e

Mannering (2002) mostraram que há 68% (64; 71) mais acidentes quando há uma inclinação íngreme no talude que quando não há. Isso significa que há 40% (-41; -39) menos acidentes em vias sem talude íngreme.

Zeger et al. (1988) mostraram que a inclinação do talude tem relação com o número de acidentes individuais. Os resultados mostram que uma redução na inclinação de 2:1 para 3:1 apenas reduz um pouco o número de acidentes; o número de acidentes diminui mais expressivamente quando o declive é reduzido para 4:1 ou para uma inclinação ainda menor. A redução é de cerca de 5% por cada parcela de diminuição da inclinação (4:1, 5:1, 6:1, 7:1). Os resultados não estão incluídos nos resultados apresentados na tabela 1.12.2. O número de capotamentos começa a diminuir quando o declive é igual a 1:4 ou mais plano que isso. Outro estudo realizado nos EUA (Delays e Parada, 1986) mostrou que o número de capotamentos aumenta acentuadamente quando a diferença de altura entre a estrada e o terreno adjacente (valas e similares) é de 3 pés (cerca de 0,9 m) ou mais. A taxa de capotamentos foi de 12,5% para valas com profundidade de 3 pés e de 25,1% para valas de 4-5 pés.

TABELA 1.12.3: IMPACTOS DA REDUÇÃO DA INCLINAÇÃO DE TALUDES NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Redução da inclinação do talude de 1:3 para 1:4			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-42	(-46; -38)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-29	(-33; -25)
Redução da inclinação do talude de 1:4 para 1:6			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-22	(-26; -18)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-24	(-26; -21)
Remoção do talude íngreme			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-40	(-41; -39)

Uma possível explicação para o fato de os terrenos adjacentes mais planos reduzirem o número de acidentes de saída de pista é que taludes planos facilitam a retomada de controle do veículo, de modo que muitos dos incidentes em que ele sai da pista não evoluem para acidentes em si. Taludes mais planos também podem ter menos obstáculos fixos que os mais íngremes, ao mesmo tempo em que oferecem melhor visibilidade.

Obstáculos fixos

A relação entre objetos fixos na lateral da via e a quantidade/gravidade dos acidentes foi investigada por:

Corben, Deery, Mullan. e Dyte, 1997 (Austrália);
Kloeden et al., 1999 (Austrália);
Lee e Mannering, 2002 (EUA);
Yamamoto e Shankar, 2004 (EUA);
Wolf e Bratton, 2006 (EUA) e
Fitzpatrick, Lord e Park, 2008 (EUA).

Os resultados foram reunidos na tabela 1.12.4.

As árvores estão entre os obstáculos fixos mais frequentes em colisões. Para cada árvore na lateral da via, Lee e Mannering (2002) estimaram que o número de acidentes de saída de pista aumenta em 8% (-2; +20). Isso significa que a remoção de uma árvore resultaria numa redução no número de acidentes de saída de pista de 8% (-17; +2). As mudanças no índice de acidentes se referem a um trecho de 805 m de via fora das zonas urbanas (porém não de autoestrada). As árvores localizam-se de 0 a 18 m do acostamento. A distância entre o acostamento e as árvores não demonstrou ter qualquer relação significativa com o número de acidentes de saída de pista.

Para a remoção de objetos fixos da lateral da via, neste mesmo estudo foi encontrada uma redução no número de acidentes de saída de pista de 2%. Isso se aplica a diferentes objetos, tais como árvores, postes, cercas e similares.

Alguns estudos examinaram como vários objetos fixos afetam a gravidade dos acidentes. Com base nestes estudos, estima-se que a probabilidade de ser morto ou gravemente ferido em um acidente é 67% menor quando o acidente envolve uma colisão com uma árvore do que quando isso não acontece. Para vários tipos de objetos fixos (árvores, postes, cercas etc.), a redução do risco é correspondente a 34%. Estes resultados não podem ser interpretados como sendo efeito da remoção de árvores ou outros objetos fixos da lateral da via. As colisões com objetos fixos foram comparadas com acidentes sem colisões com esse objetos (todos os tipos de acidentes) que não necessariamente ocorreram na mesma via. Os resultados indicam que as colisões com árvores são mais graves que as colisões com outros objetos fixos.

Com base nos dados de acidentes apresentados no estudo de Wolf (2006), estima-se que as colisões com árvores aumentam a probabilidade de morte ou ferimentos muito graves (em caso de acidente) em 451%, em comparação com quaisquer outros acidentes fora das áreas urbanas. Nas áreas urbanas, no entanto, a probabilidade de morte ou ferimentos graves em caso de envolvimento em um acidente é 49% menor em colisões com árvores que em outros acidentes. Os resultados não podem ser interpretados como o efeito de árvores *vs* sem árvores, porque as colisões com árvores foram comparadas com todos os outros acidentes dentro ou fora de áreas urbanas. Por isso os resultados não são mostrados na tabela 1.12.4. Os resultados indicam que as árvores podem ter efeitos diferentes sobre a gravidade dos

TABELA 1.12.4: IMPACTOS DO AUMENTO DA DISTÂNCIA DO OBSTÁCULO LATERAL NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Remoção de uma árvore na lateral da via (0-18 m do acostamento; trecho de 805 m de comprimento)			
Não especificada	Todos os acidentes	-8	(-17; +2)
Remoção de objetos fixos da lateral da via			
Não especificada	Todos os acidentes	-2	(-4; 0)
Colisão sem árvore vs colisão com árvore			
Mortos ou gravemente feridos em colisão	Todos os acidentes	-67	(-91; +19)
Colisão sem objeto fixo vs colisão com objeto fixo			
Mortos ou gravemente feridos em colisão	Todos os acidentes	-34	(-53; -6)

acidentes dependendo do ambiente (dentro e fora de zonas urbanas).

Alguns estudos mostraram que o número de acidentes pode diminuir mesmo com o plantio de árvores ao lado da via, se isso acontecer como parte do conjunto de melhorias na região (roadside landscaping; Dumbaugh, 2005; Mok, Landphair e Naderi, 2006). Essas medidas são sobretudo utilizadas em áreas urbanas. Acredita-se que objetos fixos na lateral da via sejam mais perigosos fora das zonas urbanas, onde a velocidade é mais alta. O efeito positivo nas áreas urbanas se deve principalmente à redução do estresse e ao fato de que é mais agradável dirigir em um ambiente verde. Também constatou-se uma velocidade reduzida em vias com árvores nas laterais (Naderi, Kweon e Maghelel, 2008). Outra suposição é que é mais importante que haja uma distância aproximadamente igual entre borda da pista e os objetos fixos ao longo da lateral da via do que todos os objetos fixos terem uma determinada distância mínima. Isso deve ser interpretado da seguinte maneira: uma árvore a 1 m da borda da via é mais perigosa se todas as outras árvores estiverem a 3 m da borda do que se todas as outras árvores também estiverem a 1 m da via (Sax, 2008).

Aumento da distância lateral de objetos fixos

O aumento da distância lateral de objetos fixos ao longo da via foi pesquisado por Cirillo (1967) e Zegeer et al. (1988). O aumento da distância lateral de postes de iluminação foi pesquisado por Lee e Mannering (2002). Os resultados destas pesquisas estão resumidos na tabela 1.12.5.

O aumento da distância lateral do obstáculo lateral de 1 m para aproximadamente 5 m reduz o número total de acidentes em cerca de 22%. Aumentando-se a distância lateral de aproximadamente 5 m para aproximadamente 9 m, reduz-se o número

de acidentes em mais de 44%. Salienta-se que os resultados correspondem a apenas duas pesquisas, ambas dos Estados Unidos. Não é claro se os resultados mostram o impacto somente do aumento da distância lateral do obstáculo ou se eles também reúnem os impactos de outras melhorias, como, por exemplo, melhor visibilidade ao longo da via. Os resultados referentes ao aumento da distância lateral de postes de iluminação são baseados em um estudo que examinou uma série de outras características das vias. Um aumento da distância em 4 m (de 1 m para 5 m ou de 5 m para 9 m) diminuiria o número de acidentes em 11% (-16; -6). Os resultados são referentes a distâncias entre 0 e 8,23 m. A distância lateral de outros objetos fixos, exceto postes de iluminação, não se mostrou como tendo relação significativa com o número de acidentes. No estudo de Lee e Mannering (2002) não há nenhum resultado para esta análise.

No estudo de Sax (2008), verificou-se uma redução significativa do número de acidentes quando a distância lateral entre a borda da pista e os objetos aumenta e que o número de acidentes aumenta quando o número de objetos a dois pés ou mais próximos da borda da pista aumenta. Quando o número total de objetos ao longo da lateral da via aumenta, verificou-se uma redução do número de acidentes que não é estatisticamente significativa. Com o aumento do número de objetos dentro de cinco pés da borda da pista, aparentemente o número de acidentes também aumenta, mas este impacto não é estatisticamente significativo.

Grades e defensas

Michie e Brønstad (1994) mostraram que, em 40% de todos os acidentes com vítimas envolvendo a colisão com algum tipo de barreira lateral, elas não estavam instaladas de maneira adequada.

TABELA 1.12.5: IMPACTOS DO AUMENTO DA DISTÂNCIA LATERAL DO OBSTÁCULO NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Aumento da distância lateral dos objetos fixos de aproximadamente 1 m para aproximadamente 5 m			
não especificada	Todos os acidentes	-22	(-24; -20)
Aumento da distância lateral dos objetos fixos de aproximadamente 5 m para aproximadamente 9 m			
não especificada	Todos os acidentes	-44	(-46; -43)
Aumento da distância lateral de postes de iluminação de 1 m			
não especificada	Todos os acidentes	-3	(-6; 0)

Impacto na mobilidade

Pesquisas sobre como as melhorias do terreno da lateral da via atuam na mobilidade não foram encontradas. Já que essa melhoria leva a uma melhor visibilidade, o nível da velocidade pode aumentar.

Impacto no meio ambiente

As árvores podem ter muitas funções positivas, como, por exemplo, a redução de água na superfície, menos poeira na estrada, menos vento, redução do brilho do sol ou dos feixes de luz do tráfego em sentido contrário (Wolf e Bratton, 2006). Plantações na via, de acordo com vários estudos, podem reduzir o nível de estresse dos condutores (Mok et al., 2006; Sax, 2008; Wolf e Bratton, 2006).

Cortes profundos e aterros altos são as grandes intervenções paisagísticas que podem ser desagradáveis. O plantio de vegetação nos taludes das estradas/vias pode reduzir o aspecto desagradável.

Custos

Os custos da redução da inclinação de taludes e da remoção de obstáculos laterais variam com as condições do terreno. Não há números relevantes relativos aos custos.

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma análise norueguesa de custo-benefício das melhorias do terreno da lateral da via. Elaborou-se um exemplo de cálculo referente à melhoria geral de vias com risco de acidente médio de 0,062 acidente com vítimas por milhão de veículos-km, supondo-se uma redução de 20% no número de acidentes com vítimas e de 5% no número de acidentes com danos materiais. O benefício médio foi estimado em NOK 0,4 milhão em custos de acidentes evitados para a melhoria de cada 1 km de via para todas as vias em conjunto. Os gastos economizados em acidentes por quilômetro de via são teoricamente maiores em vias com maior VDMA, apesar de o risco de acidentes ser basicamente um pouco menor em vias com maior VDMA. Em uma via com um VDMA de 500 veículos, os custos dos acidentes evitados por quilômetro de via foram de aproximadamente NOK 0,12 milhão. Em uma via com VDMA de 5.000 veículos, os custos dos aci-

dentos evitados por quilômetro de via foram de aproximadamente NOK 0,87 milhão e, em uma via com VDMA de 10.000 veículos, os custos evitados foram de NOK 1,510 bilhão. Entretanto, em vias com VDMA maior, o número de acidentes individuais e também, por conseguinte, o número de acidentes afetados pelo terreno da lateral da via, é em geral proporcionalmente menor que em vias com baixo VDMA. Os custos geralmente economizados com acidentes nas vias com VDMA baixo podem portanto, ser menores.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a melhoria da lateral da via pode ser tomada pelas autoridades viárias, com base nos registros de acidentes e eventuais vistorias.

Requisitos e procedimentos formais

A melhoria do terreno da lateral da via pode, em alguns casos, ser efetuada dentro da área da via existente. Para medidas externas, deve ser adquirida a área necessária. O planejamento de medidas de aprimoramento nas vias públicas ocorre com base nas determinações da Lei de Planejamento e Construção. Em caso de grandes intervenções, será necessário elaborar um plano de zoneamento.

Há requisitos estipulados para a distância mínima de obstáculos laterais (zona livre) nas normas viárias. A inclinação dos taludes é um dos critérios para a instalação de defensas e barreiras (Statens vegvesen, Håndbok 231, 2003). Ademais, uma regra geral é dada nas diretivas de planejamento e aquisição de terreno adjacente à via (NA-rundskriv 2011/4), conforme a qual o planejamento de novas vias e o aprimoramento das vias existentes deverão reunir e regulamentar razões suficientes sobre os objetivos viários para estabelecer-se uma zona de segurança (zona livre) em conformidade com os requisitos do Manual 231, Defensas, da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Além disso, deve-se considerar 2 metros para além da zona livre como os regulamentados para fins viários.

Para auxiliar na identificação de pontos críticos de acidente, na análise dos acidentes e na seleção de medidas mitigadoras (incluindo recuperação de terrenos laterais) a Agência Nacional de Admi-

nistração de Vias Públicas da Noruega elaborou o Manual 115, Análise de locais de acidentes (Statens vegvesen, 2007). No manual está descrito, detalhadamente como se deve proceder.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade viária é responsável pela execução das decisões sobre as melhorias dos pontos e trechos com acidentes. Os custos devem ser assumidos pelo órgão responsável pela via, que pode ser federal, estadual ou municipal.

1.13 MELHORIA DO ALINHAMENTO E DA VISIBILIDADE DAS VIAS

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2007

Problema e finalidades

O alinhamento da via afeta o nível e as mudanças de velocidade, as condições de atrito, as expectativas dos condutores em relação ao alinhamento da via à frente e a tolerância da própria via para com os erros do condutor e a visibilidade. Mudanças inesperadas no alinhamento da via tornam a condução mais difícil e podem fazer com que os condutores enfrentem problemas que não dominam. A condução em curvas fechadas e fortes ondulações, entre

outros, expõem o condutor do veículo a um estresse maior do que a condução em vias planas e retas, além de reduzir a mobilidade. Isso se aplica especialmente a veículos pesados. A presença de curvas, morros, vegetação e edifícios reduzem a visibilidade em alguns pontos ao longo de uma via. Condições de visibilidade reduzidas ou altamente variáveis tornam difícil o planejamento da condução e levam a menos tempo de reação disponível em caso de eventos inesperados.

Na Noruega, cerca de um terço dos acidentes com vítimas notificados à polícia e mais de metade das colisões e acidentes em saída de pista acontecem em curvas fora das cidades e áreas densas (Elvik & Muskaug, 1994). As estatísticas oficiais não especificam o percentual de acidentes que ocorre em ondulações (subidas e descidas). De acordo com uma pesquisa americana (Milton & Mannering, 1996), o risco de acidentes é de 1,5 a 4 vezes maior em curvas que em trechos viários retos. O risco de acidentes em curvas varia muito e depende, entre outros, das características da curva (raio, ângulo de deflexão), da curvatura da via e das seções transversais, da curvatura vertical e da distância entre as curvas. Os tipos de acidentes que estão sobre-representados nas curvas são acidentes individuais, acidentes de capotamento, colisões frontais, acidentes noturnos e acidentes com condutores sob influência de álcool. O risco de acidentes em curvas nas estradas na Noruega para diferentes variações de raio é mostrado na figura 1.13.1.

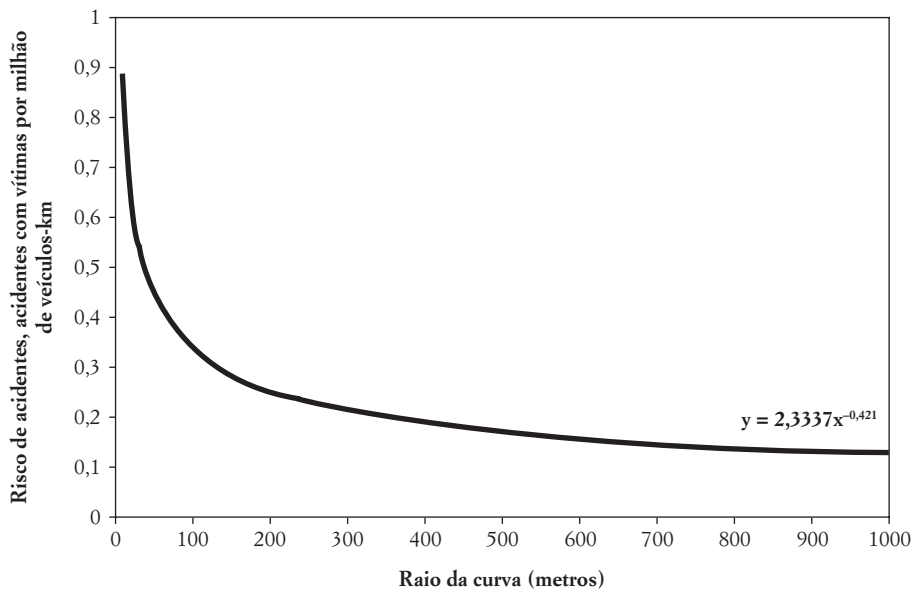


Figura 1.13.1: Risco de acidentes em curvas de diferentes raios nas rodovias federais da Noruega.

O aprimoramento do nivelamento e da visibilidade das vias reduz os requisitos de atenção e habilidades de direção dos condutores e torna mais fácil planejar a condução de um veículo a motor no curso da via, e outros usuários viários tornam-se mais previsíveis, sendo percebidos mais prontamente. Outra finalidade da medida é aumentar a mobilidade.

Descrição da medida

O alinhamento da via diz respeito ao percurso nos planos horizontal e vertical (curvas espaciais da via). O alinhamento é descrito pelas curvas horizontais e verticais. As curvas horizontais (giros) geralmente são descritas pelo raio da curva e pelo ângulo de deflexão (mudança de direção). Alguns exemplos são mostrados na figura 1.13.2.

Podem ser estabelecidas curvas de transição antes e depois das curvas horizontais. Longos trechos de via podem ser descritos por diferentes indicadores de consistência geométrica, como, por exemplo, o número de curvas por unidade de comprimento de via ou do grau de transição da mesma, que é a soma das alterações de direção (medido em função da alteração dos ângulos centrais) por unidade de comprimento de via.

As curvas verticais consistem na transição de uma rampa para outra, como, por exemplo, a partir da via plana para uma montanha. Existem dois tipos de curvas verticais: a curva convexa e a curva côncava.

A convexa desenvolve-se a partir de uma colina e a côncava, a partir de um vale. As rampas normalmente são descritas em termos porcentuais, indicando a sua inclinação, ou ainda pela relação entre a alteração de altura da via a cada quilômetro. O termo “rampa” é usado para todas as alterações na altura da via, independentemente do sentido do tráfego. Dependendo do sentido do tráfego, as rampas podem ser distinguidas entre declive e aclive. O grau da rampa representa a soma das alterações de elevação da via medidas por unidade de comprimento, como, por exemplo, por quilômetro.

As condições de visibilidade ao longo de uma via dependem do alinhamento do ambiente viário, das condições meteorológicas, das condições de condução, das condições de iluminação e das condições de tráfego. Nas normas viárias (Statens vegvesen, Håndbok-017, 2007) estão estabelecidos os requisitos para o alinhamento e a visibilidade das vias para diferentes velocidades de projeto. Há uma distinção entre visibilidade de parada, visibilidade dupla de parada e visibilidade de ultrapassagem. Também devem ser estipulados limites inferiores para o raio de curvas horizontais e superiores para a inclinação das rampas.

As informações sobre o alinhamento das vias devem ser armazenadas em bancos de dados viários. No entanto, não há estatísticas de abrangência nacional que caracterizem a rede viária da Noruega em termos de alinhamento. É, entretanto, de se esperar inúmeras configurações de alinhamento na rede viária.

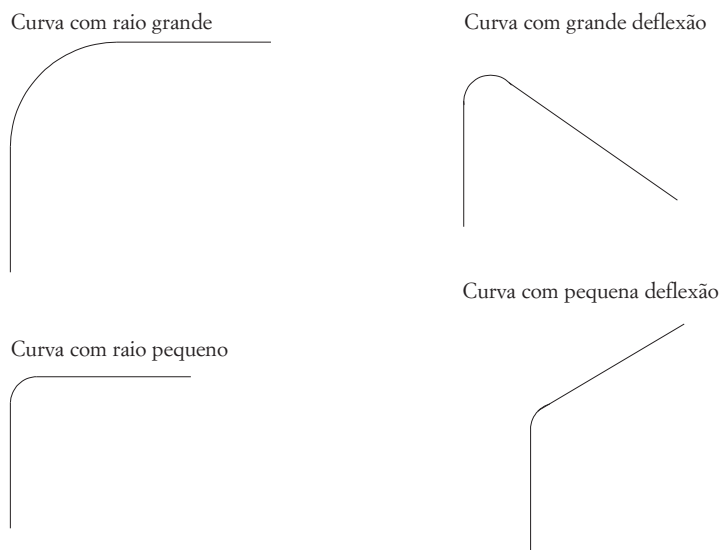


Figura 1.13.2: Curvas com diferentes raios e ângulos de deflexão.

ria da Noruega, que é repleta de curvas e oferece muitas rampas. Este capítulo descreve os impactos nos acidentes advindos do aprimoramento das seguintes características viárias referentes ao alinhamento e à visibilidade:

- raio e ângulo de deflexão de curvas horizontais;
- estabelecimento de curva de transição (clotóide);
- melhoria da curvatura da via e do atrito lateral;
- redução de rampas e da porção do comprimento da via localizado em curvas convexas ou côncavas acentuadas;
- aumento da consistência geométrica;
- melhoria da distância e condições de visibilidade.

Não há nenhum controle de abrangência nacional sobre a aplicação anual dessas medidas na Noruega. As melhorias no alinhamento e na visibilidade da via são, muitas vezes, implementadas como parte da reconstrução de rodovias para que se enquadrem nos padrões das normas viárias ou de outras correções viárias gerais. Ressalta-se que a motivação para o aprimoramento geral das vias raramente se encontra apenas nos elevados números de acidentes.

Impacto sobre os acidentes

Os impactos nos acidentes se baseiam em dois conjuntos diferentes de pesquisas. As pesquisas mais antigas comparam o risco de acidentes em vias com características diferentes. A maioria destas pesquisas são estudos de comparação (com e sem a medida); algumas são de estudos de antes e depois. Há vários fatores que devem ser levados em conta nas conclusões acerca dos resultados.

- Muitas pesquisas foram realizadas há muito tempo. O padrão geral das vias, a densidade do tráfego e a velocidade mudaram ao longo das últimas décadas. Os impactos das características viárias sobre os acidentes possuem relação com a velocidade, a densidade do tráfego e o padrão geral das vias (como, por exemplo, pavimentação, barreiras, sinalização e outras medidas para curvas). Os resultados de pesquisas mais antigas não devem, portanto, ser necessariamente generalizados.
- Quando o risco de acidentes é calculado como o número de acidentes em relação à densidade do tráfego, os resultados podem ser distorcidos, porque o número de acidentes aumenta em menor proporção que o aumento da densidade do tráfego. Em estudos de comparação em que o risco de acidentes entre vias com diferentes densidades

de tráfego foi comparado, o efeito é superestimado se a via onde a medida for implementada tiver maior densidade de tráfego que as vias onde a medida não for implementada. Independentemente das medidas implementadas na via de maior densidade de tráfego, ela terá um menor risco de acidentes se comparada à via de maior densidade de tráfego.

- Em estudos de comparação, muitas vezes há várias diferenças entre as vias com e sem a medida, o que pode fazer com que os efeitos sejam superestimados ou subestimados.
- Para muitas medidas, as vias são divididas em grupos de acordo com características como largura, raio de curva, comprimento da tangente. Isso faz com que os resultados sejam imprecisos, pois grande parte da variação nos números de acidentes é “perdida” com os agrupamentos.

Foram encontradas muitas pesquisas recentes que controlam esses problemas utilizando modelos de regressão para estimar os efeitos das diferentes características viárias. Ao se usar modelos de Poisson ou binomial negativo (NB), é possível levar em conta a influência da densidade de tráfego (pela integração de uma função logarítmica do VDMA no modelo), as mudanças ao longo do tempo, os efeitos de várias características viárias e os efeitos simultâneos dessas interações.

Um problema geral das análises das relações entre o alinhamento e o risco de acidentes de uma via é que há muita influência de diferentes características das vias. As curvas fechadas estão, por exemplo, muitas vezes, nas proximidades de outras curvas fechadas, e curvas de maior raio são mais longas que curvas de raio menor. Se uma curva com dado ângulo de deflexão for construída com maior raio, ela será menos fechada, mas, ao mesmo tempo, a tangente antecedendo a curva será mais curta e a visibilidade será reduzida sobre uma parte maior do trecho de via, havendo menos oportunidades para ultrapassagens. Rodovias com muitas curvas fechadas estão muitas vezes em um tipo de terreno completamente diferente do terreno de rodovias com curvas menos fechadas. Rodovias com muitas curvas fechadas tendem, portanto, a também ter muitas rampas, piores condições de visibilidade e um terreno na lateral da via que dificulta a construção de acostamentos largos ou a remoção de obstáculos ao longo da via. A densidade de tráfego, o nível de velocidade e o padrão geral da via (que, por sua vez, dependem da densidade de tráfego) são muitas vezes diferentes entre vias com diferentes alinhamentos.

Raio e ângulo de deflexão em curvas horizontais

Os impactos do raio e do ângulo de deflexão em curvas horizontais foram estudados em diferentes tipos de pesquisas: pesquisas que fornecem o número de acidentes em curvas de raios diferentes, modelos de risco de acidentes em curvas como função do raio e várias outras características das curvas, além de modelos de regressão.

Risco de acidentes em curvas de diferentes raios: diferenças no risco de acidentes em curvas com diferentes raios foram calculadas com base nas seguintes pesquisas:

- Brüde & Nilsson (1976, Suécia);
- Brüde, Larsson & Thulin (1980, Suécia);
- Fink & Krammes (1995, EUA);
- Matthews & Barnes (1988, Nova Zelândia);
- McBean (1982, Grã-Bretanha);
- Nordtyp-projektgruppen (1980, Dinamarca);
- Rasmussen, Herrstedt & Hemdorff (1992, Dinamarca);
- Stewart & Chudworth (1990, Grã-Bretanha);
- Zegeer, Stewart, Reinfurt, Council, Neuman, Hamilton, Miller & Hunter (1991, EUA).

Com base nestas pesquisas, calculou-se a relação entre o raio da curva e o risco de acidentes e estimou-se o impacto nos acidentes de se aumentar o raio das curvas horizontais, conforme mostra a tabela 1.13.1.

As pesquisas mostram que o aumento do raio das curvas horizontais reduz o número de acidentes quando o raio da curva é de até cerca de 2.000 metros. O impacto é maior no aumento do comprimento do raio de curvas mais fechadas e diminui à medida que o raio da curva aumenta. Isso se confirmou em outros estudos (Cairney & McGann,

2000), mas nenhum modelo de cálculo para risco de acidentes em curvas encontrou qualquer diferença no efeito entre curvas com raios diferentes. O aumento do raio das curvas para um raio de aproximadamente 2.000 metros não apresentou nenhum impacto nos acidentes. O aumento do comprimento do raio de curvas mais suaves (com raio de aproximadamente 1.000 metros) para vias retas aumenta o número de acidentes. A melhor situação em termos de segurança viária parece ser uma via com curvas suaves, mas com faixas de ultrapassagem. Com base nas pesquisas que fundamentam os resultados da tabela 1.13.3, o risco relativo de acidente em curvas foi calculado para diferentes raios, conforme mostra a figura 1.13.3.

Na maioria das pesquisas não foram fornecidas informações sobre a gravidade dos acidentes investigados. As pesquisas da Suécia, Dinamarca e EUA incluem tanto acidentes com vítimas quanto acidentes com danos materiais. As pesquisas da Grã-Bretanha e Nova Zelândia envolvem apenas acidentes com vítimas. Uma comparação de pesquisas não mostra nenhuma diferença nos resultados.

Um maior impacto sobre a segurança do aumento do comprimento do raio de curvas fechadas também foi constatado em uma compilação de antigas pesquisas de Choueiri & Lamm (1987). De acordo com Choueiri & Lamm, a relação entre raio de curva e risco de acidentes é maior para curvas com raios abaixo de 400 m.

Voigt (1996) calculou a relação entre o comprimento do raio de curva e o risco de acidentes para curvas com duas faixas e diferentes tipos de barreira de proteção. Essa relação foi maior para vias mais estreitas, com largura abaixo de 8,1m. O aumento do risco de acidentes foi maior em curvas mais fechadas.

TABELA 1.13.1: IMPACTO DO COMPRIMENTO DO RAO EM CURVAS HORIZONTAIS SOBRE OS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Especificação das medidas	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Aumento do raio:			
- de abaixo de 200 m para 200-400 m	Não especificada	-50	(-55; -45)
- de 200-400 m para 400-600 metros	Não especificada	-33	(-36; -29)
- de 400-600 m para 600-1.000 m	Não especificada	-23	(-27; -19)
- de 600-1.000 m para 1.000-2.000 m	Não especificada	-18	(-22; -14)
- de 1.000-2.000 m para mais de 2.000 m	Não especificada	-12	(-16; -8)
- de mais de 2.000 m para raio maior, porém finito	Não especificada	0	(-5; +5)
- de acima de 1.000 m para via reta	Não especificada	+10	(+4; +16)

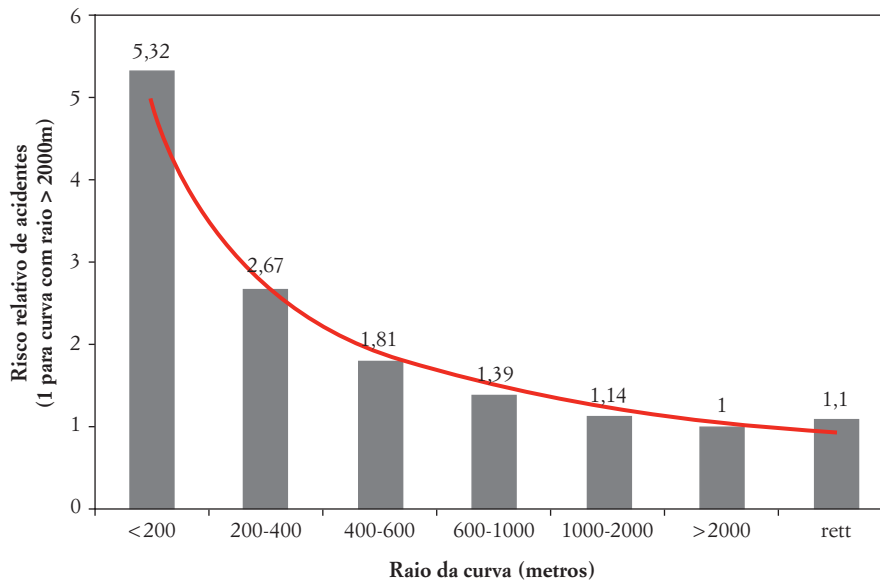


Figura 1.13.3: Risco relativo de acidentes em curvas com diferentes raios.

Um possível problema com esses resultados é que não houve controle quanto à mudança de direção nas curvas nem quanto ao comprimento da tangente antecedendo a curva. Se as curvas com raio pequeno apresentarem grande mudança de direção e longos trechos retos as antecedendo, os resultados poderiam ser explicados tanto por esses fatores quanto pelo comprimento do raio.

Segundo uma pesquisa com medição de velocidade em 22 curvas horizontais em vias com 4 faixas em áreas urbana (Al-Masaeid, 1999), a velocidade média praticada depende do limite de velocidade, do raio da curva e do clima (com chuva *vs* sem chuva). O impacto do raio da curva na velocidade é maior com chuva que com clima seco.

Modelos de risco de acidentes em curvas: foram feitas muitas tentativas com modelos de risco de acidentes em curvas como função do raio da curva, do ângulo de deflexão e do comprimento da curva (Hauer, 1999). Em alguns modelos, foi incluído também o comprimento da tangente (comprimento do trecho reto antecedendo a curva). Hauer (1999) construiu os modelos para a estimativa do risco de acidentes baseado em pesquisas anteriores considerando a influência do raio da curva, do ângulo de deflexão e do comprimento da tangente antecedendo a curva. Os modelos mostram que um maior raio de curva leva a um risco de acidentes mais baixo e que o impacto é igual, independente do tamanho do raio (um aumento de metros teria o mesmo impacto, inde-

pendente de o raio ser de 100 ou 1000 m). Isso contradiz os resultados da tabela 1.13.1, em que o impacto no risco de acidentes é maior para as curvas de menor raio.

De acordo com Hauer (1999), o impacto do raio da curva nos acidentes é maior para ângulos de deflexão maiores, isto é, o aumento do raio da curva tem o maior efeito quando a mudança da direção na curva é grande. O impacto do raio da curva nos acidentes também é maior quando a tangente antecedendo a curva é mais longa.

Em relatórios mais antigos do Conselho de Pesquisa e Transporte (TRB Special Report 214, 1987), o risco de acidentes é descrito pela relação entre o risco esperado em trechos retos com as mesmas características dos trechos em curva, exceto a curva e o ângulo de deflexão. Segundo este modelo, é possível identificar o impacto da curvatura da rodovia no risco de acidentes, mas não o do comprimento ou do raio da curva.

Fink & Krammes (1995B) construíram modelos para avaliar os impactos do raio da curva, do comprimento da tangente e da distância da visibilidade no risco de acidentes. O raio de curva apresentou relação linear com o risco de acidentes. O aumento nos acidentes quando o raio torna-se menor é maior para tangentes mais longas ou mais curtas (a relação é a forma de U, o risco é menor para tangentes de comprimento médio) e para uma distância curta de visibilidade.

Modelos de regressão: ao contrário dos estudos que compararam o risco de acidentes entre diferentes curvas, os modelos de regressão levam em consideração várias características das curvas. Do mesmo modo, não foi encontrada nenhuma pesquisa que incluísse interações entre diferentes características das curvas (duas pesquisas incluíram efeitos de interação, mas não revelam nada sobre em qual sentido a interação ocorre).

Raio da curva: o impacto do raio da curva foi pesquisado por Hanley et al. (2000), Milton e Mannering (1996; 1998) e Shankar, Milton & Mannering (1997). Milton & Mannering encontraram um risco de acidentes reduzido em curvas com raios maiores. Hanley et al. (2000) não encontraram nenhum impacto significativo do aumento do raio. O aumento do raio, em combinação com acostamentos e faixas mais largos, levou a um *aumento* significativo de 44% no número de acidentes. Shankar, Milton & Mannering (1997) encontraram uma interação entre o raio da curva e o limite de velocidade, mas, já que não esclareceram como a variável de interação foi definida, não ficou claro se o risco de acidentes é maior ou menor em curvas com raio grande ou em baixa ou alta velocidade.

Ângulo de deflexão: o impacto do ângulo de deflexão foi pesquisado por Abdel-Aty e Radwan (2000), Forckenbrock & Foster (1997), Knuiman, Council & Reinfurt (1993), Milton & Mannering (1998), Milton & Mannering (1996), Noland & Oh (2004), Miaou (1994), Strathman et al. (2001), Shankar, Milton & Mannering (1997) e Vogt & Bared (1998).

Foram encontrados resultados indicando aumento, diminuição e risco inalterado em curvas com grande ângulo de deflexão em relação a curvas com ângulo de deflexão pequeno. Milton & Mannering (1996; 1998) encontraram risco de acidentes reduzido em curvas fechadas (com raio abaixo de 868 m ou ângulo de deflexão acima de 2 graus). Ao mesmo tempo, o risco de acidentes diminuiu ao passo que o raio aumenta (ver a seguir). Estes resultados parecem contraditórios, mas podem ser explicados pela inclusão de ambas as variáveis simultaneamente nos modelos. O esperado é que, em geral, um maior ângulo de deflexão leve a um risco de acidentes mais alto. Uma possível explicação para o impacto de redução do risco de acidentes em curvas fechadas seria que elas normalmente estão próximas a outras curvas fechadas, tornando-as todas menos inesperadas (Milton & Mannering, 1996, 1998). Outra possível explicação é que pode haver efeitos de interação

ente o raio de curva e a curvatura que não são controlados no modelo.

O comprimento da tangente antecedendo a curva e a interação entre o comprimento da tangente e a curvatura foram controlados no modelo de Milton e Mannering. No modelo de Miaou (1994) foi adicionada a variável de interação entre o ângulo de deflexão e o comprimento de curva. O impacto foi significativamente positivo: houve mais acidentes em curvas fechadas e longas do que se poderia esperar com o impacto do comprimento da curva e do ângulo de deflexão.

Comprimento de curva: o impacto do comprimento de curva foi pesquisado por Milton & Mannering (1996), Miaou (1994) e Strathman et al. (2001). O aumento do comprimento de curva está relacionado ao aumento no número de acidentes nas três pesquisas, mas nem todos os impactos são significativos. Uma correlação positiva confirma que as curvas não são um “ponto crítico”, mas sim um “trecho crítico” (Hauer, 1999).

Shankar, Milton & Mannering (1997) incluíram uma variável dummy para o trecho reto no modelo de regressão. Esta variável teve um impacto significativamente positivo, ou seja, o risco de acidentes para trechos retos foi maior que o risco em curvas. No entanto, no modelo também foram incluídas uma série de outras variáveis que descrevem as curvas, de modo que o resultado não pode ser interpretado como um maior risco generalizado de acidentes em retas, mas sim que o risco é maior em retas do que o esperado para um raio igual a infinito e curvatura igual a zero.

Conclusão: pode-se concluir que o projeto das curvas afeta o risco de acidentes. O risco de acidentes parece ser maior nas curvas com combinações “desfavoráveis” de diferentes características, como raio pequeno, longo trecho reto antecedendo a curva e grande mudança de direção. Há uma descrição mais detalhada no item sobre consistência geométrica.

Declividade transversal e atrito lateral

A declividade transversal da via é a inclinação perpendicular ao sentido de direção. Pode ser unilateral ou bilateral. Nas curvas, a declividade transversal é construída de modo que o lado externo da curva seja mais alto que o interno. De acordo com o padrão de manutenção das vias (vegvesens håndbok

111, 2003), todas as vias devem ter declividade transversal suficiente para a drenagem da água. Nas curvas, os requisitos para a declividade transversal dependem do raio da curva. A declividade transversal deve ser de 8% ($\pm 1,5\%$) em curvas com raio abaixo de 250 m, de 4% ($\pm 2,5\%$) em curvas com raio de 1.000 m, por exemplo. Nos trechos retos, deve haver declividade transversal bilateral de 3% ($\pm 1,5\%$).

O impacto da declividade transversal da via sobre o risco de acidentes não diz respeito à declividade em si, mas sim a até que ponto ele é favorável na curva. O que o torna favorável depende das características da curva (raio, ângulo, comprimento), velocidade e atrito lateral. Juntamente com o raio e a velocidade, a declividade transversal é um pré-requisito para a determinação do atrito lateral. Segundo Voigt & Krammes (1998), um menor atrito lateral é uma função do raio, da declividade transversal e da V85:

$$\text{Atrito lateral mínimo aceitável} = (V85^2 / (127 * \text{raio})) - \text{declividade transversal.}$$

Em uma análise de 226 acidentes, em 494 curvas (Voigt & Krammes, 1998) a velocidade de condução (V85) é influenciada sobretudo pelo raio e pelo atrito lateral. Já que o atrito lateral depende do raio, da declividade transversal e da V85, estes são os três fatores que influenciam o risco de acidentes.

Pesquisas sobre a relação entre declividade transversal e risco de acidentes focam geralmente na melhoria da declividade transversal. As definições das melhorias variam, mas geralmente se baseiam nos modelos de velocidade em curvas (Voigt, 1996). Os resultados são contraditórios.

Hanley et al. (2000) não encontraram nenhum impacto da declividade transversal nos acidentes, nem enquanto medida isolada, nem em combinação com o alargamento dos acostamentos. Entretanto, a pesquisa baseia-se somente em um pequeno número de acidentes, e os autores referem-se a vários estudos mais antigos que encontraram reduções significativas nos acidentes como resultado da melhoria da declividade transversal, sem que outra melhoria também tivesse sido implementada.

Zador et al. (1985) compararam a declividade transversal em locais de acidentes e encontraram uma declividade transversal desfavorável nos locais onde ocorreram acidentes fatais. Zegeer et al. (1991) encontraram alto risco de acidentes em vias cuja decli-

vidade transversal não correspondia às diretrizes da AASHTO.

Corben et al. (1996) encontraram redução maior e mais significativa no número de acidentes fatais como consequência de melhorias na declividade transversal (-45% (-71%; +4%)).

Efeitos de aumento dos acidentes foram pesquisados na Noruega por Sakshaug (1998) e Christensen & Ragnøy (2006). Sakshaug (1998) encontrou um risco crescente de acidentes de acordo com o padrão de manutenção. Na pesquisa realizada por Christensen & Ragnøy (2006), foram incluídos acidentes em segmentos retos e em curvas. O risco de acidentes aumenta em 0,95% quando a declividade transversal é aumentada em 1 ponto porcentual. O risco relativo de acidentes é descrito como:

$$\text{Risco relativo de acidente} = 0,0095 * \text{Declividade transversal} + 0,990.$$

A alteração da declividade transversal é definida em %. O número de acidentes com saídas de pista aumenta em 3% para cada ponto porcentual de aumento na declividade transversal.

As pesquisas são todas baseadas em diferentes análises; assim, é impossível calcular os efeitos conjuntos.

Curvas de transição (clotóide)

As curvas de transição são utilizadas para realizar a transição entre um trecho reto e uma curva circular (isto é, o ponto onde o raio atinge seu valor mínimo). Em uma curva de transição, o giro é feito de forma gradual. As normas viárias recomendam que em todas as curvas horizontais deve haver curva de transição em forma de espiral (clotóide). A clotóide é uma curva cujo raio diminui linearmente como função do comprimento do arco. O impacto da curva de transição com forma de clotóide nos acidentes foi pesquisado por Zegeer et al. (1991) e Tom (1995). Os resultados são mostrados na tabela 1.13.2.

As curvas de transição parecem reduzir o número de acidentes para todas as vias em conjunto. Entretanto, uma diminuição significativa segundo o tipo de via foi encontrada apenas em vias largas, com mais de 11 m. Em curvas fechadas, o risco de acidente aumenta. Ambas as pesquisas baseiam-se em acidentes ao longo de toda a curva (incluindo a curva de transição).

TABELA 1.13.2: IMPACTOS DE CURVAS DE TRANSIÇÃO NOS ACIDENTES.

Especificação das medidas	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todas as vias	Não especificada	-11	(-19; -1)
Raio da curva:			
- menor de 165 m	Não especificada	+112	(+17; +282)
- 165-345 m	Não especificada	+4	(-55; +138)
- mais de 345 m	Não especificada	-80	(-99; +390)
Largura da via			
- menos de 9 m	Não especificada	-3	(-17; +14)
- 9-11 m	Não especificada	-11	(-22; +1)
- mais de 11 m	Não especificada	-19	(-32; -3)

Os resultados que foram diferenciados pelo raio da curva se baseiam na pesquisa realizada por Tom (1995). Tom concluiu que o risco de acidentes é maior em curvas com curva de transição que em curvas sem curva de transição.

Stewart & Chudworth (1990) estudaram a transformação de três curvas com curva de transição para três curvas sem transição em que havia certa frequência de acidentes. Encontrou-se uma forte redução dos acidentes; a curva de transição parece ter contribuído para um alto risco de acidentes. No entanto, no número de acidentes não foi levado em conta o efeito da regressão para a média. Parte da comprovada diminuição pode decorrer, portanto, da regressão para a média.

Council (1998) comparou o risco de acidentes em curvas de transição ao risco de acidentes em trechos do mesmo comprimento sem curvas de transição antecedendo a curva circular. A pesquisa baseou-se em um grande banco de dados (8 curvas em mais de 5 anos). Os resultados são diferentes dependendo da curvatura horizontal e vertical da via. Curvas de transição reduzem o risco de acidentes para curvas fechadas – com mudança de direção menor que 3 graus (em terreno plano). Em terreno montanhoso, contudo, as curvas de transição aumentam o risco de acidentes, exceto em vias com faixas e acostamentos largos. Nesse tipo de terreno, o risco de acidentes em curvas de transição é inferior somente ao risco em curvas com mudança de direção com mais de 8 graus e em vias com VDMA elevado (mais de 4.000 veículos).

Pode-se considerar que a distância de visibilidade tenha um efeito moderado no impacto das curvas de transição. A distância da visibilidade é mais curta em terrenos íngremes que em terrenos pla-

nos. Isso pode fazer com que o raio da curva seja subestimado, o que poderia levar a velocidades excessivas e aumentar o risco de acidentes. Em terreno plano, contudo, a distância da visibilidade normalmente é melhor, de modo que se evita esse efeito. A distância da visibilidade também pode explicar o aumento do risco de acidentes em curvas fechadas. Curvas fechadas costumam ter piores condições de visibilidade; dessa forma, é mais difícil prever a redução de velocidade necessária.

Uma pesquisa do impacto de curvas de transição na velocidade não mostrou nenhuma diferença entre curvas com e sem curva de transição, quando todas as curvas com diferentes raios são analisadas em conjunto (Passeti & Fambro, 1999). Para curvas com raio pequeno (menor que 145m), a velocidade foi maior com curva de transição que sem curva de transição.

Uma possível explicação para os resultados inconsistentes é que as curvas de transição têm efeito sobre a necessidade de movimentos do volante, o atrito e a velocidade, fatores que influenciam o risco de acidentes de maneiras opostas. Ao conduzir por uma curva de transição, o condutor vai seguir a curva girando o volante firmemente, acompanhando sua direção. A clotóide elimina, então, a necessidade de movimentos abruptos de volante para que se consiga acompanhar a curva. As curvas de transição tornam possível construir uma via com melhor declividade transversal, logo que o atrito lateral também é melhorado. Uma desvantagem da curva de transição é que seu curso pode ser difícil de estimar e seu raio acaba sendo subestimado, de modo que os condutores acabam indo muito rápido na curva (Council, 1998; Stewart & Chudworth, 1990).

Consistência geométrica

A (in) consistência geométrica trata de trechos viários com diferentes características de alinhamento e seção transversal. Os acidentes em trechos viários não são apenas influenciados pelas condições locais, mas também pelas características mais gerais ao longo de todo o trecho. Isso ocorre porque os condutores adaptam a velocidade e as expectativas decorrentes das características da via ao longo de todo o trecho, de modo que uma curva acentuada, por exemplo, não é inesperada em um trecho com muitas curvas fechadas, mas pode ser bastante inesperada em um trecho reto ou quase completamente reto. No trecho reto seguinte, a probabilidade é de que a velocidade seja elevada em uma curva, mais elevada do que na curva anterior.

A consistência geométrica é definida de várias formas diferentes, tal como descrito no item seguinte.

Classes de alinhamento: em algumas pesquisas mais antigas da Suécia (Brüde & Nilsson, 1976; Brüde & Larsson, 1977) e Dinamarca (Nordtyp-projektgruppen, 1980), foi analisado o impacto sobre o índice de acidentes da melhoria geral do alinhamento viário. A rede de vias foi dividida em três classes de alinhamento e comparou-se o risco de acidentes entre os três grupos. A pior classe de alinhamento consiste em vias com curvas fechadas e rampas fortes, e a melhor classe consiste em vias com curvas suaves e rampas suaves. Foram encontrados os seguintes impactos da melhoria do alinhamento:

- melhorar o nivelamento de uma classe para a outra (da classe 3 para a classe 2, ou da classe 2 para a classe 1) reduz o número de acidentes por milhão de veículos-km em 12% (-15%; 9%);
- melhorar o nivelamento da pior para a melhor classe (da classe 3 para a classe 1) reduz o número de acidentes por milhão de veículos-km em 23% (-28%; -17%).

Uma pesquisa utilizando vários exemplos de melhorias gerais do alinhamento viário (Corben et al., 1996) não mostrou nenhum impacto significativo nos acidentes fatais: -7% (-44%, + 55%).

Comprimento da tangente: acredita-se que o comprimento do trecho reto antecedendo uma curva (comprimento da tangente) afete o risco de acidentes na curva. Depois de um longo trecho reto, os condutores muitas vezes são surpreendidos quando há curvas, além de normalmente estarem em velocidade mais alta. Os acidentes em curvas foram calculados com base em várias pesquisas norueguesas (Eick & Vikane, 1992; Eriksen, 1993 e Stigre, 1993), como mostrado na figura 1.13.4. O gráfico mostra que o risco é maior quanto mais longo for o trecho reto antes da curva.

Matthews & Barnes (1988) estudaram a relação entre o comprimento da tangente e acidentes em curvas de raios diferentes. A tabela 1.13.3 mostra o impacto de um aumento no comprimento da tangente de aproximadamente 50-200 m no risco de acidentes. Os resultados sugerem que há outros fatores que não são controlados, além do comprimento da

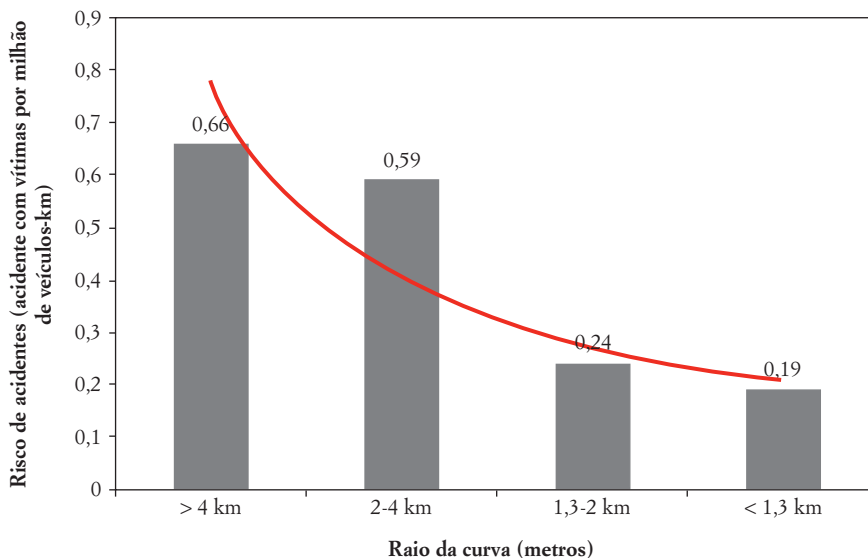


Figura 1.13.4: Acidentes em curvas precedidas por diferentes comprimentos da tangente.

tangente, que afetam o risco de acidentes nas curvas com diferentes comprimentos de tangente.

A diminuição do número de acidentes apenas foi encontrada para curvas com raio abaixo de 400 m, mas os impactos não são estatisticamente significativos. Há indícios de que o raio da curva tem um impacto maior que o comprimento de tangente nos acidentes (ver item “Raio e ângulo de deflexão em curvas horizontais”). Desde que a pesquisa foi realizada, o nível de velocidade aumentou consideravelmente; por conseguinte, não há uma garantia de que os resultados possam ser generalizados.

O impacto do comprimento da tangente no risco de acidentes também foi pesquisado por Milton & Mannering (1996, 1998), que construíram modelos de regressão. A interação entre comprimento da tangente e ângulo de deflexão foi positiva e estatisticamente significativa. O risco de acidentes é maior do que se poderia esperar do comprimento da tangente e do ângulo de deflexão quando da combinação entre tangente longa e curva fechada. O comprimento da tangente é incluído com sinal negativo nos modelos – ou seja, o risco de acidentes é mais baixo com o aumento do comprimento da tangente quando se controla o ângulo de deflexão e o efeito dessa interação.

O comprimento da tangente é levado em conta nas orientações alemãs para o projeto de curvas. O raio da curva deve ser pelo menos tão grande quanto o comprimento da tangente adiante (Brenac, 1996). Isso se aplica, respectivamente, ao comprimento da tangente de mais de 600m (em rodovias de padrão mais elevado) e 500m (em rodovias de padrão mais baixo). Após tangentes mais longas que 500m/600m, aplicam-se, respectivamente, raio³ de 500m e raio³ de 600m.

Indicadores de velocidade: a consistência geométrica pode ser descrita com diferentes indicadores

para algumas combinações de curvas e tangentes ou para longos segmentos de via.

- **Velocidade de projeto:** é a velocidade máxima que pode ser executada em um trecho viário. É esta velocidade que determina as características mínimas de projeto da via e a visibilidade para um trecho (Brenac, 1996). A velocidade de projeto não deve, de acordo com as diretrizes alemãs para o projeto viário, ser de mais de 20 km/h acima da V85. Um indicador da consistência de alinhamento numa curva, de acordo com Lamm et al. (2000), tem a ver com a relação entre velocidade de projeto e atrito lateral mínimo. O atrito lateral mínimo (necessário) depende do raio da curva, da declividade transversal e da velocidade. Uma curva é, portanto, inconsistente com o restante do trecho, quando a velocidade de projeto do restante do mesmo leva a um atrito lateral muito baixo na curva.
- **Nível de velocidade real:** descreve-se frequentemente como a **V85**. A V85 é medida ou calculada utilizando-se modelos estatísticos com base no raio da curva e na largura da via. A V85 é relativamente independente do raio da curva para raios maiores que 500m e diminui com a diminuição do raio da curva, independente do ângulo de deflexão (Fitzpatrick, 2000). Segundo Greatrix (1999), o perfil longitudinal também deve ser levado em conta, caso contrário o nível de velocidade será criticamente superestimado em curvas verticais convexas e subestimado em curvas verticais côncavas. Com base na V85, a inconsistência do alinhamento em curvas pode ser calculada como desvios da V85 em relação à curva da média da V85 para o trecho, ou a partir da V85 do trecho antes da curva (Lamm et al., 2000).

Há muitos estudos que encontraram um aumento do risco de acidentes em curvas com grandes reduções de velocidade entre o trecho que antecede a curva (tangente) e curva em si (Brenac, 1996; Hauer,

TABELA 1.13.3: IMPACTO DO AUMENTO DO COMPRIMENTO DA TANGENTE EM APROXIMADAMENTE 50-200 M NO RISCO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES. FONTE: TØI.

Variação porcentual no número de acidentes			
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Aumento do comprimento da tangente antecedendo curvas com raio:			
- 0 a 200m	Acidentes com vítimas	-9	(-31; +19)
- 201 a 400m	Acidentes com vítimas	-5	(-18; +10)
- 401 a 600m	Acidentes com vítimas	+3	(-41; +77)
- acima de 600m	Acidentes com vítimas	+9	(-32; +76)

1999; Krammer, 1997). Isso pode ser explicado pela maior probabilidade de que nem todos os condutores desacelerem suficientemente quando maiores reduções de velocidade são obrigatoriamente necessárias. Voigt (1996) estimou as correlações entre diferentes características de curvas e o risco de acidentes. A redução da velocidade nas curvas tem uma maior relação com o número de acidentes que as características isoladas das curvas.

Fink e Krammes (1995) encontraram um maior risco de acidentes em curvas não só depois de longas tangentes antecedendo a curva, mas também e especialmente nas tangentes curtas, ou seja, quando as curvas são muito próximas umas das outras.

Anderson e Krammes (2000) encontraram uma relação aproximadamente linear entre a redução da desaceleração V85 entre a tangente e a curva e o risco de acidentes. O número de acidentes por milhão de veículos-km foi calculado como $0,54 + 0,27 * \text{desaceleração}$. O impacto da redução da velocidade é significativo (69% da variância no risco de acidentes seria explicada pela redução da velocidade). O resultado foi baseado em acidentes com veículos de passeio (acidentes de saída de pista, colisões frontais e traseiras) em 563 curvas em rodovias de pista dupla em áreas rurais nos Estados Unidos, entre 1987 e 1991.

Anderson et al. (1999) classificaram 5.287 curvas horizontais em boa, regular e ruim, dependendo da redução de velocidade entre a curva e o trecho de via anterior (Lamm et al., 1988):

- Boa: mudança de V85 abaixo de 10 km/h;
- Regular: mudança de V85 entre 10 km/h e 20 km/h;
- Ruim: mudança de V85 acima de 20 km/h.

O maior número de acidentes por veículos-km se dá nas curvas “ruins” (2,76 acidentes por milhão de veículos-km) e o menor, nas “boas” (0,46 acidente por milhão de veículos-km). Outro fator que afeta o risco de acidentes é o raio das curvas horizontais e verticais. Todos os efeitos são pequenos, porém significativos. A exposição (VDMA e o comprimento de curva) explica a maior variância no risco de acidentes. Quando há controle da exposição, as curvas horizontais explicam 1,4% da variância no risco de acidentes, e as curvas verticais, 3,3%.

Os resultados destas pesquisas estão resumidos na figura 1.13.5.

Embora todos os estudos tenham encontrado um aumento no risco de acidentes para maiores reduções de velocidade, a função é diferente em todos os três estudos (linear, polinomial e exponencial). Anderson et al. (1999) utilizaram o modelo de regressão de Poisson, em que a redução da velocidade apresentou um efeito significativo. Milton & Mannering (1998) utilizaram modelos de regressão binomial negativa e encontraram uma significativa interação entre o raio da curva e o comprimento da tangente. O risco de acidentes aumentou significativamente em curvas com raio abaixo de 868m cujo comprimento da tangente é

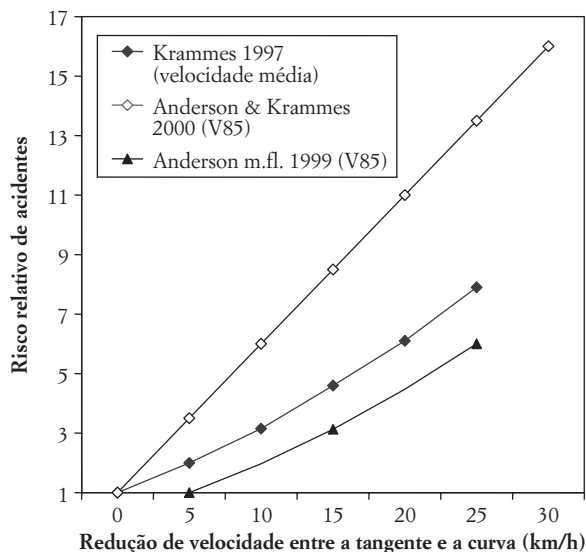


Figura 1.13.5:- Risco de acidentes como função da redução de velocidade entre tangente e curva.

acima de 0,8km. Houve, então, o controle do impacto do raio de curva e do comprimento da tangente, que também foram incluídos nos modelos como variáveis preditoras.

Velocidade de projeto em longos trechos: estudos empíricos sobre o impacto da velocidade de projeto em longos trechos são poucos e contraditórios. Segundo Krammes (1997), há mais acidentes em trechos com baixa velocidade de projeto, pois estes levariam a maiores variações de velocidade.

Segundo Shankar et al. (1995), há um número menor de acidentes e eles são menos graves em trechos com velocidade de projeto mais baixa. Shankar, contudo, pesquisou curvas onde a baixa velocidade de projeto não necessariamente está relacionada a uma grande variação de velocidade (dependendo do trecho antecedendo a curva). Shankar et al. (1995) constataram que é o número de capotamentos, em especial, que aumenta nos trechos com menos curvas por quilômetro. Isso pode estar relacionado à melhor adaptação para curvas quando há mais curvas, já que há uma expectativa mais adequada.

Garber & Gadirau (1988) encontraram maiores variações de velocidade em vias com significativas diferenças entre a velocidade sinalizada e a velocidade de projeto. A variação de velocidade foi menor nos trechos em que a velocidade de projeto não era mais do que aproximadamente 10-20 km/h além do limite de velocidade.

Número de curvas fechadas: estima-se que o número de curvas tenha dois efeitos contraditórios no risco de acidentes. Essas curvas, segundo os resultados em relação ao ângulo de deflexão são, por si só, um perigo; assim espera-se maior risco de acidentes em vias com muitas curvas fechadas. Por outro lado, as curvas fechadas são menos inesperadas em trechos onde há muitas delas, o que pode reduzir o risco de acidente nas curvas.

De acordo com uma pesquisa sueca (Björketun, 1991), o risco de acidentes diminuiu quando a porção do comprimento viário compreendida por curvas de raio inferior a 500 m foi reduzida. Quando esta porção foi reduzida em cerca de 5%, o risco de acidentes diminuiu em 10% (17%; -2%). A porção do comprimento viário que fica sobre curvas com raio inferior a 500 m variou de 0% até 20% na pesquisa, com centro de gravidade abaixo de 5%. Lamm et al. (2000) encontraram maior risco de acidentes em vias com maior grau de transição. Nestas

pesquisas, não houve controle do impacto do número de curvas, ou seja, não se diz nada sobre se o risco por curva é mais alto em vias com grande número de curvas fechadas.

Duas pesquisas mais antigas (citadas por Brenac, 1996) encontraram maior risco de acidentes em curvas com raio pequeno quando o restante dos trechos viários tem curvas com raios maiores. Uma pesquisa da Nova Zelândia (Matthews & Barnes, 1988), mostrou que a redução do grau de transição (mudanças de direção por unidade de comprimento) não leva a menos acidentes. A pesquisa estudou o grau de transição da via nos últimos 2 quilômetros antecedendo curvas com raios diferentes. Mostrou-se que curvas com um dado raio tiveram mais alto risco em vias com baixo grau de transição que em vias de alto grau de transição.

Modelos de regressão: número de curvas por unidade de comprimento: o impacto do número de curvas foi pesquisado em diversos estudos com modelos de regressão: Garber & Wu (2001), Milton & Mannering (1996, 1998), Noland & Oh (2004), Shankar, Mannering & Barfield (1995) e Strathman et al. (2001). A maioria dos resultados mostrou um risco de acidentes significativamente *mais baixo* em trechos com muitas curvas, com grande índice de mudança de direção por quilômetro e com trechos retos mais curtos entre as curvas. Houve controle do impacto das características das curvas (raio e/ou ângulo de deflexão). Pode-se interpretar, pelos resultados, que as curvas são menos perigosas quando existem muitas delas em um trecho. Uma via com muitas curvas não é, entretanto, menos perigosa que uma via sem curvas. Shankar et al. (1995) encontraram grande risco de acidentes em vias com muitas curvas. O impacto das curvas foi, ao contrário do esperado, maior para curvas com alta velocidade de projeto. A pesquisa baseou-se em acidentes em rodovias interestaduais em uma região montanhosa. A velocidade de projeto é, entretanto, relativamente alta (entre 97 e 113 km/h) em curvas com alta velocidade de projeto e abaixo de 97 km/h em curvas com “baixa” velocidade de projeto. Por isso, é possível que os resultados não sejam considerados representativos.

Conclusão: a consistência geométrica parece ter um impacto maior (e mais consistente) no risco de acidentes que as características isoladas da curva. O risco de acidentes aumenta em vias com má consistência, ou seja, com maior diferença entre as diferentes seções de via.

Rampas

A influência das rampas no número de acidentes foi pesquisada em uma série de estudos de diferentes países (Suécia, Grã-Bretanha, Austrália e Nova Zelândia), em que se comparou o risco de acidentes entre vias com diferentes rampas:

- Brüde & Nilsson (1976);
- Brüde, Larsson & Thulin (1980);
- English, Loxton & Andrews (1988);
- Matthews & Barnes (1988);
- McBean (1982) e
- Statens Vägverk (1979).

Com base nestas pesquisas, estimou-se o impacto da redução de rampas nas vias sobre o número de acidentes (tabela 1.13.4).

As pesquisas mostram que a redução de rampas reduz o número de acidentes. O impacto é maior para as rampas mais íngremes e diminui gradualmente. A redução de menos de 20 rampas por mil não tem nenhum efeito estatisticamente significativo nos acidentes. Os números aplicam-se a acidentes de gravidade não especificada, ou seja, ambos os acidentes com vítimas e acidentes com danos materiais, responsáveis por cerca de metade dos dados.

Direção da rampa: estudos sobre a influência do sentido da rampa (aclive ou declive) têm mostrado que os aclives são mais seguros que os declives, de acordo com o número de acidentes (Matthews & Barnes, 1988; Björketun, 1991). Nos aclives, o número de acidentes é aproximadamente 7% (13%; 0%) mais baixo que em um declive correspondente. O risco de acidentes fatais (em caso de acidente) também depende da rampa (Brinkman & Perchonk, 1979). O risco de morte em um acidente não é diferente entre um trecho reto e um aclive, mas é 13% menor em um trecho plano se comparado a um declive. O risco de morte em um acidente em

aclive ou declive sem curva convexa ou côncava é 23% mais baixo que em um acidente em aclive ou declive com curva côncava ou convexa.

Porção do comprimento da via com curvas verticais convexas ou côncavas acentuadas: a porção da via que fica sobre curvas verticais convexas ou côncavas acentuadas foi estudada por Björketun (1991). As curvas convexas/côncavas acentuadas foram definidas como curvas com raio menor que 8.000 m. Era esperado que um aumento da porção da via com curvas verticais acentuadas aumentaria o risco de acidentes, pois as curvas convexas diminuiriam a visibilidade quanto mais acentuada fosse a curva. Ao contrário da curva convexa, a curva côncava por si só não diminui a visibilidade. Ela pode, ainda assim, representar um perigo, especialmente se a rodovia possuir uma curva horizontal na parte final de um longo trecho de declive, o que aumenta a velocidade e a distância de frenagem. Essas expectativas não foram confirmadas e não identificou-se nenhum impacto significativo da porção do comprimento da via com curvas verticais convexas/côncavas acentuadas no risco de acidentes.

Modelos de regressão: o impacto das rampas no risco de acidentes foi pesquisado em vários estudos que utilizaram modelos de regressão: Milton & Mannering (1998), Noland & Oh (2004), Miaou (1994), Strathman et al. (2001), Shankar, Mannering & Barfield (1995), Shankar, Milton & Mannering (1997) e Vogt & Bared (1998).

Na maioria das pesquisas, o número de acidentes é maior em vias íngremes (em ambos aclive e declive). Shankar, Mannering & Barfield (1995) presumiram, de acordo com os resultados apresentados, que o impacto é maior em aclives.

O número de curvas verticais (convexas ou côncavas) por quilômetro estão incluídos nos modelos de Noland & Oh (2004). O risco de acidentes é mais

TABELA 1.13.4: IMPACTOS DA REDUÇÃO DE RAMPAS NO NÚMERO DE ACIDENTES COM VEÍCULOS MOTORIZADOS. VARIACÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Redução de rampas:			
de acima de 70 para de 50-70 por mil	Não especificada	-20	(-38; +1)
de 50-70 para 30-50 por mil	Não especificada	-10	(-20; 0)
de 30-50 para 20-30 por mil	Não especificada	-10	(-15; -5)
de 20-30 para 10-20 por mil	Não especificada	-7	(-12; -1)
de 10-20 para 10 por mil	Não especificada	-2	(-8; +6)

baixo para trechos com muitas curvas verticais. De acordo com o resultado sobre curvas horizontais, o risco de acidentes também é mais baixo em trechos com muitas curvas horizontais. Em ambos os resultados houve controle do impacto de, respectivamente, curvas horizontais e verticais. Shankar, Manning & Barfield (2001) não encontraram nenhuma relação entre as rampas e o número de acidentes.

Conclusão: quanto mais íngremes são as vias maior a gravidade e o número de acidentes. O risco de acidentes é maior nos declives que nos aclives. Em vias com muitas curvas verticais côncavas ou convexas, o risco de acidentes é mais baixo que em vias com poucas.

Distância de visibilidade e condições de visibilidade

A distância de visibilidade e as condições de visibilidade afetam o tempo que o condutor leva para poder frear ou parar o veículo. A distância de visibilidade necessária para se poder parar o veículo foi calculada por Fambro et al. (1997). A menor distância de visibilidade depende do tempo de reação e da distância de frenagem (figura 1.13.6).

Aumento na distância de visibilidade nos trechos: pode levar a um risco de acidentes maior, menor ou inalterado. O aumento da distância de visibilidade

de abaixo de 200 para acima de 200 m levou a um risco de acidentes 23% (+4%) maior em duas pesquisas (McBean, 1982; Nordtyp-projektgruppen, 1980). Esta relação diz respeito à distância da visibilidade abaixo de 1 km. Para distâncias de visibilidade acima de 1 km, o risco de acidentes é constante. Outras pesquisas não encontraram nenhuma relação entre a distância de visibilidade e os acidentes em trechos de via sem interseções (Glennon, 1987; Urbanik et al., 1989; Fitzpatrick et al., 2000). Fambro et al. (1997) não encontraram nenhum impacto da distância de visibilidade nos acidentes quando a distância de visibilidade foi semelhante ou um pouco menor que a mínima estimada. Porém, o risco de acidentes aumentou quando a distância de visibilidade foi significativamente menor que a recomendada. Uma pesquisa italiana (Caliendo, 2001) encontrou um número reduzido de acidentes com maior distância da visibilidade em rodovias. A distância de visibilidade nessas pesquisas foi substancialmente dependente do alinhamento da via.

Remoção de obstáculo visual: A eliminação de objetos na pista ou na lateral da via pode reduzir o risco de acidentes. Uma pesquisa australiana (Corben et al., 1997) estudou os impactos nos acidentes de se eliminar ou tornar visíveis os obstáculos laterais. Depois de se eliminarem obstáculos laterais, o número de acidentes com vítimas diminuiu 2% (-20%, +20%). A sinalização dos obstáculos late-

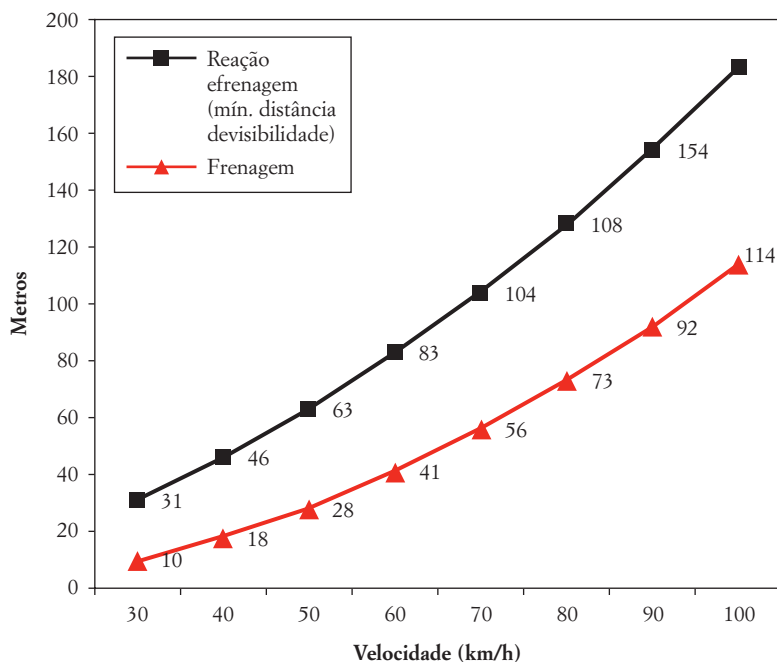


Figura 1.13.6: Distância de visibilidade recomendada, calculada com base na distância de reação e frenagem.

rais para torná-los mais visíveis levou a uma diminuição de 23 % no número de acidentes com vítimas (-65%; +69%). As alterações no índice de acidentes não foram estatisticamente significativas. (Estado Vägverk (1987) e Vaa (1991) estudaram o impacto no índice de acidentes da remoção ou diminuição da vegetação que prejudica a visibilidade ao longo da rodovia. Nesse caso (Statens Vägverk, 1987), a finalidade principal da medida foi reduzir o número de acidentes em ambientes rurais, tornando mais fácil aos condutores perceber animais silvestres passando ou saindo da mata em direção à estrada. Os estudos sugerem que esta forma de limpeza no campo visual reduz o índice de acidentes em 22% (-42; 5). Vaa (1991) não encontrou nenhum impacto significativo no número de acidentes com vítimas (-3 % (-48; +80)).

Pesquisas sobre os impactos da **distância da visibilidade em interseções** mostram que o risco de acidentes aumenta quando há obstáculos na interseção ou quando a distância de visibilidade é reduzida antes de uma interseção quando, por exemplo, este está antes de uma curva vertical convexa (Mayer & Bruce, 1988). Isso se aplica às interseções com regulamentação da preferencial de passagem ou preferencial para quem vem pela direita, mas não a rotatórias ou interseções em desnível. Nas pesquisas de Fambro et al. (1989) e Urbanik et al. (1989), o índice de acidentes aumentou nas interseções depois de um trecho com distância da visibilidade reduzida devido a uma curva convexa. Poch & Mannering (1996) pesquisaram o impacto de obstáculos visuais em interseções. A pesquisa foi baseada em todos os acidentes em 63 interseções por um período de 7 anos. Obstáculos visuais incluem objetos no canteiro central ou ao lado da via e a curvatura horizontal ou vertical da via, que encurta a distância de visibilidade necessária para a travessia segura da interseção. Há muitos acidentes em interseções com obstáculos visuais. O efeito é significativo e houve controle de várias características geométricas diferentes das interseções. Fambro et al. (1989) pesquisaram a relação entre a distância de visibilidade e a velocidade em interseções. A velocidade não foi afetada pela distância da visibilidade. Supõe-se que a falta de adaptação da velocidade e da distância de visibilidade possa explicar a relação entre a distância de visibilidade e o risco de acidentes.

O impacto das condições de visibilidade nas **rotatórias** nos acidentes foi pesquisado por Giæver (2000). Giæver pesquisou 42 rotatórias na No-

uega. As condições de visibilidade foram relacionadas para rotatórias com e sem altos índices de acidentes. Mostrou-se que as condições de visibilidade nas rotatórias com altos índices de acidentes eram melhores que nas sem acidentes. Isso se aplica à visibilidade da esquerda e traseira da abordagem principal anterior. Uma pesquisa (Schurr & Abos-Sanchez, 2005) encontrou velocidades reduzidas depois do plantio de vegetação densa nas ilhas centrais, o que faz pensar na diminuição dos acidentes.

A possível explicação para a inconsistência dos impactos nos trechos é que a distância de visibilidade pode afetar o comportamento de condução de diferentes maneiras: os condutores podem levar em consideração a distância da visibilidade ao diminuir a velocidade ou aumentar a atenção em curtas distâncias de visibilidade e ao aumentar a velocidade em longas distâncias de visibilidade. Isso pode levar a um aumento de risco de acidentes ou a um risco inalterado em vias com grande distância de visibilidade. A distância de visibilidade ao longo da via é geralmente muito importante para o condutor, e a maioria entende a visibilidade muito reduzida como um perigo. Por um lado, o aumento da distância de visibilidade torna mais simples a detecção de outros veículos ou obstáculos na via ou a identificação de mudanças das características da mesma, como, por exemplo, a presença de curvas. Isso pode reduzir o risco de acidentes em vias com longa distância de visibilidade. A pesquisa de Fambro e outros (1997) mostrou que uma distância reduzida da visibilidade leva a uma velocidade reduzida, mas a redução da velocidade é menor do que a que seria necessária para se alcançar uma distância de frenagem satisfatória em tal distância de visibilidade. Este efeito pode contribuir para que o risco de acidentes seja pouco afetado pela distância de visibilidade quando não há nada que faça com que a velocidade diminua (uma interseção, por exemplo), mas que uma longa distância de visibilidade aumenta o risco de acidentes quando isso faz com que o condutor adapte a velocidade.

Conclusão: a distância de visibilidade tem pouca relação com o risco de acidentes, contanto que nada que requeira reação (como diminuição de velocidade, por exemplo) esteja fora do campo de visão do condutor. Por isso, normalmente uma visibilidade reduzida em interseções leva ao aumento do risco de acidentes. O contrário acontece nas rotatórias em que uma visibilidade reduzida reduz o risco de acidentes.

Impacto na mobilidade

O alinhamento das vias afeta a velocidade média do trânsito e o perfil de velocidades de cada veículo ao longo de certa distância.

O impacto na velocidade individual de um veículo é maior em veículos pesados que em leves (Skarra e Gabestad, 1983). Em vias de duas faixas sem faixa de ultrapassagem, a velocidade reduzida dos veículos pesados também reduz a velocidade dos veículos leves, que poderiam ir mais rápido, mas não podem ultrapassar.

O raio da curva pode afetar a velocidade nos dois sentidos. Raios maiores levam a velocidades mais altas e a menos ultrapassagens, porém mais perigosas. O comprimento destas curvas é maior que o de curvas com raios menores, por isso as porções viárias sem curva são mais curtas e elas acabam tendo distância de visibilidade adequada para ultrapassagem (Brenac, 1996).

Uma análise dos fatores que afetam o nível de velocidade em um dado limite de velocidade (Vaa, 1991) mostrou que a velocidade tem uma forte relação com o alinhamento da via. Nos aclives, a média de velocidade de 40 dentro mil foi aproximadamente 7-8 km/h mais baixa que em vias planas (aproximadamente 70-72 km/h contra aproximadamente 78-79 km/h). Nos declives, a média de velocidade de 40 dentro mil foi aproximadamente 1-4 km/h mais alta que em vias planas (76-77 km/h contra 73-76 km/h). O raio também afeta a velocidade das curvas horizontais: quanto mais fechadas as curvas, mais baixo o nível de velocidade.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas que documentassem o impacto das mudanças de alinhamento e condições de visibilidade no meio ambiente. As medidas que afetam o nível de velocidade podem afetar a poluição sonora e a emissão de gases, uma vez que ambos dependem do nível de velocidade. O aumento da velocidade pode levar a um aumento tanto no ruído quanto nas emissões de certos tipos de gases. Por outro lado, a melhoria do alinhamento pode reduzir as variações de velocidade e, assim, o consumo de combustível.

Vias com maior frequência de alinhamento irregular do que outras devem ser construídas sobre

aterros ou cortes e podem gerar uma intervenção mais desagradável à natureza que as vias com alinhamento que se adapte melhor à forma do terreno.

Custos

Os custos das melhorias do alinhamento viário variam muito, dependendo do tipo de correção em questão, das condições do terreno no local e do grau de urbanização. É tecnicamente mais difícil e caro mudar o alinhamento das vias em cidades e áreas urbanas do que nas áreas rurais. As vias construídas em relevo montanhoso são de intervenção mais cara que vias semelhantes em terrenos planos.

Em uma análise de custo-benefício norueguesa de rentabilidade da redução das normas viárias no tocante aos requisitos de alinhamento viário (Gabestad de 1981), os custos de construção das vias com diferentes alinhamentos foram calculados para 14 vias em terreno plano ou montanhoso, com inclinações de 1:3 ou 1:6. Para cada alinhamento de via foram fixados custos calculados com o alinhamento antigo e o novo. A diferença do custo de construção foi, na maioria dos casos, menor que 20%, por volta de 10%.

Não há nenhum índice mais recente dos custos de melhoria no alinhamento das vias.

Avaliações de custo-benefício

Elaborou-se um exemplo de cálculo baseado nos mais recentes custos de acidentes. O exemplo diz respeito às melhorias em geral de uma rodovia federal com limite de velocidade de 80 km/h. Os custos de acidentes esperados por quilômetro e ano foram calculados no modelo utilizado no TS-Pot. Os custos dos acidentes evitados por quilômetro foram calculados para rodovias com VDMAs diferentes e para diferentes reduções no número de acidentes (tabela 1.13.11). O exemplo de cálculo compreende um trecho inteiro, por levar em conta os impactos tanto nas curvas quanto nos trechos retos. As medidas para as curvas se mostraram dependentes do alinhamento (e outras características viárias) no trecho antes da curva, de modo que os impactos nos acidentes não são necessariamente limitados às curvas em si.

Espera-se que a velocidade aumente de 50 para 60 km/h. O custo de tempo é estimado em NOK 155/h. Isso é baseado em Killi (1999) e no percentual médio dos tipos de veículo, no propósito e na duração das viagens. A tabela 1.13.5 mostra as reduções estimadas dos custos para diferentes VDMA. Os resultados para vias com diferentes VDMA são mostrados na tabela 1.13.6.

TABELA 1.13.5: CUSTOS DE ACIDENTES EVITADOS POR KM E POR ANO (NOK).

Redução do número de acidentes	VDMA (veículos)			
	1.000	5.000	10.000	20.000
-5 %	14.732	58.182	105.537	191.900
-10 %	29.464	116.365	211.073	383.800
-20 %	58.927	232.730	422.147	767.601
-30 %	88.391	349.095	633.220	1.151.401

A economia de tempo foi calculada para medidas que melhoraram a consistência geométrica. Por exemplo, foi assumido que um trecho tivesse duas curvas por quilômetro e que 300m de cada quilômetro se encontram sobre curvas. Acredita-se que a redução da velocidade nas curvas tenha sido de 80 para 50 km/h antes da intervenção (más condições de alinhamento, de acordo com Lamm et al.) e que a redução da velocidade foi de 80 para 70 km/h depois da medida (boa consistência de nivelamento).

TABELA 1.13.6: ECONOMIA DOS CUSTOS DE TEMPO POR KM POR ANO (NOK) DEVIDO À MELHORIA DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA (EXPLICADO NO TEXTO).

	VDMA (veículos)			
	1.000	5.000	10.000	20.000
Economia dos custos de tempo	96.986	484.929	969.857	1.939.714

Medidas que melhoram o alinhamento viário podem, ademais, reduzir a emissão de gases dos veículos, pois reduzem as manobras de frenagem e aceleração.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O Estado estabeleceu para o Plano Nacional de Transportes um programa de reconstrução de vias dentro do padrão das normas viárias. O progra-

ma é composto, entre outros, de informações do banco de dados viários e registros de acidentes. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega propõe investimentos, e as propostas são tratadas pelas autoridades políticas, ou seja, conselho municipal (do município afetado), conselhos municipais, parlamentares e governo. Os projetos que as autoridades políticas adotam são implementados de acordo com as verbas anuais para fins viários. Os requisitos para melhores condições viárias vêm principalmente do setor empresarial, de um desejo de reduzir os custos de transporte e, assim, melhorar a competitividade das empresas.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos para novas condições de alinhamento e de visibilidade são estipulados no Manual 017 sobre Projeto de vias e rodovias (2008). Com base nestes requisitos, também se pode avaliar se o alinhamento e a visibilidade das vias existentes são satisfatórios ou inadequados. O nivelamento é determinado pela escolha da classe dimensional. Em cada classe dimensional, os requisitos para o alinhamento são adaptados para o limite de velocidade e volume de tráfego esperados. Muitas vias existentes não possuem alinhamento de acordo com as normas padrão. O programa de aprimoramento dessas vias faz parte do Plano Nacional de Transporte. O planejamento de medidas de aprimoramento nas vias públicas acontece com base da Lei de Planejamento e Construção.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades viárias são responsáveis pela implementação das melhorias de alinhamento das vias e devem cobrir seus custos de acordo com a jurisdição da rodovia, que pode ser federal, estadual ou municipal.

De acordo com as leis de trânsito, o responsável pela via deve impor ao proprietário da terra a remoção da vegetação que obstrua a visibilidade e outros obstáculos dentro dos seus limites ao longo das vias públicas. Se a imposição não for respeitada, o responsável pela via deve garantir que o trabalho ainda assim seja feito. O proprietário das terras deverá ser recompensado judicialmente por uma indenização pelas inconveniências e danos. Os custos devem ser cobertos como despesas viárias.

1.14 MELHORIA GERAL DAS RODOVIAS JÁ EXISTENTES

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2014

Problema e finalidades

Grande parte da rede viária da Noruega foi construída em uma época em que o volume de tráfego e as demandas de mobilidade eram menores do que são hoje. As vias estão, muitas vezes, adaptadas à forma do terreno, o que, em muitos lugares, significa a presença de muitas curvas e rampas. As vias com pouco trânsito também muitas vezes são estreitas. Uma revisão que a Agência Nacional de Administração das Vias Públicas da Noruega fez nas vias nacionais (Statens vegvesen, 1991) mostrou que 70% delas não estão de acordo com o padrão viário normatizado, ou seja, não cumprem os requisitos estabelecidos pelas normativas viárias em relação, entre outros, à largura da via, ao alinhamento e às condições de visibilidade. Em 2012 foi estimado que a rede viária nacional, que consiste em 10.400 km de rodovias e que responde por 53% de todo o volume de tráfego, possui vias com largura insuficiente em relação às normas viárias (abaixo de 8,5 m), fato que ocorre em 66% das vias europeias e em 80% das demais vias (OFV, 2012). Além disso, a linha divisória central amarela não está presente em cerca de 16% das vias da rede rodoviária federal. Muitas destas vias têm uma seção transversal de largura menor que 6 m. Há cerca de 20 pontos da rede rodoviária federal com altura abaixo de 4,2 m, o que pode ser um problema para o transporte de mercadorias, e faltam 1.100 quilômetros de calçadas e ciclovias (Statens vegvesen, 2011). Entre as rodovias europeias, apenas 15% têm limite de velocidade de 90 ou 100 km/h, 22% têm limite de velocidade inferior a 80 km/h. Entre as demais rodovias, 29% têm limite de velocidade abaixo de 80 km/h (OFV, 2012).

O aprimoramento geral das vias existentes visa dar a elas um projeto e uma regulamentação que estejam em conformidade com os requisitos fixados pelas normas viárias atuais. Isso contribuirá tanto para eliminar os riscos associados ao projeto viário quanto para aumentar a mobilidade nas vias.

Descrição da medida

Consideram-se como melhorias gerais a reconstrução da via existente dentro do padrão viário norma-

tizado e outras melhorias que possam incluir tanto a seção transversal quanto o alinhamento da via. Na melhoria geral das vias, normalmente o pavimento e os equipamentos viários, como, por exemplo, barreiras de proteção e sinalização, são renovados. Em alguns casos, as regras de trânsito, como, por exemplo, o limite de velocidade, podem ser alteradas. Mudanças nas regras de trânsito são medidas mais comuns de melhoria geral de vias urbanas e menos frequentes na melhoria de vias rurais. O contexto para a melhoria geral das vias raramente reflete somente nos índices de acidentes.

Impacto sobre os acidentes

O impacto sobre os acidentes da melhoria geral das vias foi estudado na Suécia (Brüde & Nilsson, 1976; Nilsson, 1978; Statens vägverk, 1983; Björketun, 1991; Slätis, 1994), Dinamarca (Nordtyp-projektgruppen, 1980), Grã-Bretanha (Walker & Lines, 1991) e EUA (Nemeth & Migletz, 1978; Larsen, 1986; Goldstine, 1991; Benekohal & Hashmi, 1992). Com base nestes estudos, estima-se que o aprimoramento geral viário reduziria o número de acidentes com vítimas em 20% (intervalo de confiança de 95% [-25; -15]) em áreas rurais e em 7% [-12; -1] em áreas urbanas.

Modelos de acidentes construídos para a rede viária pública norueguesa (Høye, 2014) mostram que as vias que fazem parte da rede viária RTE-T têm 7% menos acidentes com vítimas que as vias federais e estaduais que não fazem parte da rede viária RTE-T (autoestradas e rodovias não se incluem nesta comparação). Não foram encontradas diferenças significativas para o número de mortos ou gravemente feridos.

Impacto na mobilidade

A melhoria geral das vias existentes melhora a mobilidade, especialmente em áreas rurais, onde as seções transversais e o alinhamento afetam mais o nível de velocidade se comparadas às áreas urbanas.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que digam algo sobre os impactos da melhoria geral de vias existentes em relação ao meio ambiente. O aumento do nível de velocidade leva a maiores níveis de ruído e emis-

sões de gases. Por outro lado, um fluxo de tráfego mais suave pode reduzir as emissões e os níveis de ruído.

Custos

Os custos para melhorias gerais de vias variam muito, dependendo do alcance das medidas, condições do terreno no local e grau de urbanização. O aprimoramento geral de vias é mais dispendioso e tecnicamente mais complicado nas cidades que nas áreas rurais. As medidas também são mais caras em terreno montanhoso que em solo plano e sedimentar (Gabestad, 1981).

Em 2012, estimava-se que o custo total para se alcançar as normas viárias padrão em toda a rede viária federal (que responde por aproximadamente 53% de todos os quilômetros percorridos pelos veículos) custaria algo na faixa de NOK 400-500 bilhões. (Statens vegvesen, 2011). Isso se divide da seguinte forma, para diferentes tipos de via:

- vias com VDMA abaixo de 4000 veículos: 30%; vias com volume de tráfego mais alto: 70%;
- vias com quatro faixas em cidades: 35%;
- vias de duas ou duas/três faixas: 30%;
- projetos de soluções para balsas: 15%;
- proteção contra avalanches, segurança nos túneis, maturidade técnica (parcialmente) e planejamento de intervenções: 20%.

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma análise atual de custo-benefício da melhoria geral das vias. A relação entre os benefícios e os custos depende, em grande parte, das melhorias existentes e daquelas que foram realizadas e de como estas afetam a segurança, a mobilidade e o meio ambiente.

Para ilustrar como os grandes benefícios de melhorias gerais para vias existentes podem ser relacionados com os custos, elaborou-se um exemplo numérico baseado no custo anual estimado para o aprimoramento de toda a rede viária nacional de acordo com as normas viárias padrão (Statens vegvesen, 2011). Estima-se que as melhorias possam ser realizadas a um custo anual de NOK 35 bilhões em um período de 15 anos, ou a um custo anual de NOK 13 bilhões em um período de 40 anos. Com uma taxa de juros de 4,5%, a soma dos custos, en-

tão, seria de NOK 525 bilhões em um período de 15 anos, e NOK 520 bilhões em um período de 40 anos. O valor presente dos custos é de NOK 375,884 bilhões para um período de 15 anos, e NOK 239,221 bilhões para um período de 40 anos. A estimativa baseou-se nos números de mortos, feridos graves e feridos leves do ano anterior ao início dos reparos, que são, respectivamente, 152, 574 e 6227 (este é o número médio anual de pessoas mortas e feridas em veículos entre 2009-2012). Os custos socioeconômicos dos danos foram supostos segundo Veisten et al. (2010). Além disso, estima-se que 53% de todas as mortes e ferimentos acontecem na rede viária federal (que corresponde a 53% de todo o volume de tráfego) e que 66% da rede viária federal não está dentro das normas viárias padrão. Assim, 35% de todas as mortes e lesões serão afetadas pelas melhorias. Assume-se que as melhorias devam ser implementadas em um ritmo constante.

A tabela 1.14.1 mostra a razão de custo-benefício para diferentes aspectos:

- períodos de análise: 15 ou 40 anos;
- impactos das melhorias: -10%, -5% ou -2%;
- desenvolvimento do número de mortos e feridos: nível inalterado entre 2009-2012 ou com uma redução anual de 5% a partir do nível 2009-2012 (o número de mortos e feridos diminuirá 51% após 15 anos e 86% após 40 anos).

Os resultados mostram que, na maioria dos cenários, os benefícios claramente superam os custos. Apenas assumindo-se uma grande diminuição anual no número de mortes e feridos devido a outros fatores, um pequeno impacto das melhorias e, em um período de análise de 40 anos, os benefícios igualar-se-iam aos custos. Os impactos na mobilidade, que são positivos, não foram incluídos nos cálculos. Contudo, é provável que seja socioeconomicamente rentável aprimorar a rede viária federal dentro das normas viárias padrão.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A solicitação de melhorias viárias locais nas vias federais é incorporada no programa de planejamento para o Plano Nacional do Transporte (NTP). O NTP também inclui um programa para a reconstrução de rodovias dentro das normas viárias padrão. A Agência Nacional de Administração de Vias Públi-

TABELA 1.14.1: ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA MELHORIA DA REDE VIÁRIA NACIONAL DENTRO DAS NORMAS VIÁRIAS PADRÃO (EXEMPLOS DE CÁLCULO COM DIFERENTES PERÍODOS DE ANÁLISE, IMPACTOS E EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE MORTOS E FERIDOS AO LONGO DO TEMPO).

		Período de análise: 15 anos		Período da análise: 40 anos	
		Número de mortos / feridos inalterado	Número de mortos / feridos reduzido em 5% ao ano	Número de mortos / feridos inalterado	Número de mortos / feridos reduzido em 5% ao ano
Impacto sobre o número de feridos / mortos	-10 %	13,4	5,9	28,1	5,2
	-5 %	6,7	3,0	14,0	2,6
	-2 %	2,7	1,2	5,6	1,0

cas da Noruega propõe investimentos, e essas propostas são tratadas pelas autoridades políticas, ou seja, o conselho municipal (no município afetado), o conselho estadual ou o governo federal. Os projetos que as autoridades políticas elegerem deverão ser implementados de acordo com as verbas anuais para fins viários. As demandas por melhores condições viárias vêm principalmente do setor empresarial, de um desejo de reduzir os custos de transporte e, assim, melhorar a competitividade das empresas.

Requisitos e procedimentos formais

As novas vias são construídas de acordo com os requisitos das normas viárias. O projeto da via é determinado pela escolha de sua classe de dimensionamento. Em cada classe de dimensionamento, os requisitos viários de projeto são adaptados para o volume de tráfego esperado. Muitas das vias existentes não estão dentro das normas do padrão viário. O planejamento de medidas de aprimoramento de vias públicas acontece com base no Código de Planejamento e Construção Civil.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade viária é responsável pela realização das melhorias da seção transversal e deve arcar com os custos dessas medidas de acordo com a jurisdição da rodovia, que pode ser federal, estadual ou municipal.

1.15 BARREIRAS DE PROTEÇÃO E ATENUADORES DE IMPACTO

Capítulo revisado por Alena Høyve (TØI) em 2014

As barreiras de proteção têm como finalidade impedir alguns dos acidentes mais graves. As barreiras centrais podem, na maioria dos casos, impedir que o

veículo cruze o canteiro central e reduzir o número total do número de acidentes em 13%. O impacto é maior nos acidentes mais graves. A maioria dos resultados sugere que as barreiras mais maleáveis geralmente são mais eficazes que as mais rígidas. As barreiras maleáveis não são tão eficazes em impedir que o veículo cruze para a pista oposta, mas causam lesões menos graves em caso de choque contra o dispositivo. Barreiras laterais podem evitar acidentes de saída de pista e na maioria dos casos a colisão contra essas barreiras leva a lesões menos graves que as que ocorreriam com a saída de pista ou ainda com os choques contra objetos na lateral da via. As barreiras laterais têm maior efeito na redução de danos quando evita colisões contra árvores, pilares de ponte ou paredões de rocha (o risco de morte é reduzido em aproximadamente 70% e o risco de ferimentos em cerca de 30%) e têm menores efeitos quando impedem a saída de pista para valas ou postes. Para os motociclistas, no entanto, geralmente o risco de morte aumenta com as barreiras laterais; principalmente, quando são barreiras de concreto. As colisões com o terminal das barreiras são geralmente mais arriscadas do que com a barreira em si, mas, dependendo da forma do terminal das barreiras, esta parte também pode contribuir para reduzir a gravidade do acidente. Quando a barreira é ancorada por trás, o risco de dano é mais baixo do que quando ela tem sua parte inferior presa diretamente ao solo. Os atenuadores de impacto nos terminais da barreira de proteção também podem reduzir a gravidade do acidente em caso de colisão. O risco de morte em caso de colisão contra outros objetos, como, por exemplo, pilares de pontes, também pode ser reduzido com atenuadores de impacto, mas o risco de dano total pode aumentar.

Problema e finalidades

Acidentes de saída de pista e colisões estão entre os acidentes mais graves. Na Noruega, entre 2006 e 2011, 31% de todas as mortes, 31% de todas as

lesões graves e 24% dos ferimentos leves ocorreram em acidentes de saída de pista, e 41% de todas as mortes, 32% de todas as lesões graves e 18% das lesões menores ocorreram em colisões. Isso demonstra que as mortes e lesões graves são altamente sobrerrepresentadas, especialmente em colisões frontais, ou seja, o risco de morte ou ferimentos graves, dado o envolvimento em um acidente, é significativamente maior em colisões frontais do que em outras formas de acidentes. Em acidentes de saída de pista, 48% dos mortos, 57% dos levemente feridos e 56% dentre todos os feridos saíram da pista pelo lado direito da via.

Nas rodovias, os acidentes em que o veículo cruza o canteiro central e as colisões contra objetos rígidos (como um pilar de ponte, por exemplo) costumam ser particularmente muito graves. Ao longo de muitas vias, há paredões de rocha, encostas, pedras, corpos d'água, árvores e outros obstáculos fixos que podem causar danos se o veículo sair da pista. Em saídas de pista em terrenos planos, onde há árvores e pedras maiores, há grandes possibilidades de uma maior extensão dos danos. A probabilidade de morte e dano aumenta quanto mais íngreme e alta for a encosta do terreno da lateral da via (Glennon e Tamburri, 1967; Pettersson, 1977). Os obstáculos mais perigosos contra os quais pode haver choque são as árvores, os paredões de rocha, os postes e as próprias barreiras de proteção. A probabilidade de morte ou ferimentos graves, dado o envolvimento em um acidente de choque com objeto fixo com vítimas, é de 15% para árvores, 14% para paredões de rocha, 10% para postes e 9% para barreiras de proteção. Uma razão para o número relativamente alto de mortos ou gravemente feridos em choques contra barreiras de proteção é que muitos deles são motociclistas. Os dados apresentados sobre a probabilidade de morte em caso de choque contra a barreira de proteção contêm uma taxa de 17% de motociclistas (ou passageiros de motocicleta), enquanto que a taxa de motociclistas mortos ou gravemente feridos nos demais tipos de acidentes fica abaixo dos 12%. Em muitos acidentes em que a colisão contra a barreira de proteção levou a ferimentos graves, a barreira havia sido instalada incorretamente.

Entre os acidentes de saída de pista na Noruega, 28% resultaram em choque contra rocha/montanha; 20%, em choque com poste de iluminação; 18%, em choque contra barreiras de proteção; 13%, em choque com árvores, e 4%, em choque contra muros e edifícios (Elvik, 2001). Esses nú-

meros referem-se a acidentes de saída de pista, em que um obstáculo é atingido e é possível identificar qual o tipo de obstáculo. Na Finlândia, em 60% dos acidentes fatais em que uma barreira lateral foi atingida, esta se encontrava a 6 metros ou menos da borda da pista. Em 80% dos acidentes fatais, os obstáculos encontravam-se a 8 metros ou menos da borda (Finnra, 2009).

A finalidade da barreira de proteção e dos atenuadores de impacto é reduzir a extensão dos danos em caso de acidente. A barreira de proteção no canteiro central em vias de pista dupla deve impedir que o veículo cruze o canteiro em questão. Em vias com 2 ou 3 faixas, a barreira de proteção na divisão entre dois sentidos deve impedir que o veículo cruze para as faixas no sentido oposto. A barreira lateral deve impedir que o veículo prossiga sobre a borda da via e, idealmente, deve ajudar o condutor a retornar com o veículo para sua pista. Os atenuadores de impacto são projetados para fazer com que as extensões dos danos causados por obstáculos fixos (muitas vezes um pilar de ponte ou terminais de barreiras de proteção) sejam as menores possíveis.

Descrição da medida

Padrões para o uso de barreira de proteção foram desenvolvidos na Noruega e em muitos outros países. Estas normas descrevem em quais vias deverão ser instaladas as barreiras centrais (dependendo do VDMA, por exemplo) e onde elas serão instaladas nas laterais (dependendo da existência de taludes e objetos fixos na lateral da via). Os critérios para a instalação de barreiras e atenuadores de impacto são descritos nas normas de barreiras de proteção (Statens vegvesen, 2013, Håndbok N101), que fazem parte das normas viárias. Os requisitos para a instalação de uma barreira de proteção e atenuadores de impacto são baseados em uma avaliação da probabilidade de acidentes e das possíveis consequências desses no local onde se considera a instalação dessas proteções. Os critérios são relativamente detalhados e não estão reproduzidos aqui.

Os padrões dos testes de colisão foram desenvolvidos para avaliar as características dos diferentes tipos de barreiras segundo critérios de segurança estrutural, dinâmica e baseados no usuário. O padrão europeu foi desenvolvido pelo Comitê Europeu de Normatização (CEN) e seus detalhes são tratados na norma Europeia EN-1317. A iniciativa norte-americana correspondente é coordenada e docu-

mentada pelo FHWA (AASHTO, 2009). Ambas as normas têm diferentes classificações de qualidade baseadas no impacto da velocidade e da massa dos veículos de teste, a fim de responder às diferentes necessidades das classes de vias. As diretrizes para o projeto de barreiras de proteção nos EUA estão no Roadside Design Guide (AASHTO, 2006). Diretrizes correspondentes para a Europa foram desenvolvidas no projeto RISER (Thomson et al., 2006b).

Este capítulo foca nos estudos que avaliaram o impacto da barreira de proteção como medida isolada.

Barreiras centrais

Barreiras centrais são instaladas para separar os fluxos de tráfego em sentidos opostos, geralmente no centro de vias com várias faixas. As barreiras centrais podem, também, ser instaladas no centro, entre os dois sentidos de trânsito, em vias sem divisão central. Para este tipo de barreira central existem, no entanto, poucos estudos empíricos. Barreiras centrais existem em diferentes formas e são compreendidas a partir de modelos mais rígidos até os mais suaves; independentemente das formas, as barreiras de proteção podem ser diferenciadas entre: barreiras de ponte, barreiras de concreto, defensas metálicas e cabos de aço. Nos EUA, onde foi realizada a maioria dos estudos sobre barreiras centrais, as barreiras de concreto são ancoradas, enquanto que as barreiras de concreto na Noruega geralmente são soltas e, portanto, um pouco mais flexíveis que a variante americana. Em vias sem barreiras centrais na Noruega e na Suécia são utilizados cabos de aço, geralmente porque ocupam menos espaço que outros tipos de barreiras.

Barreiras laterais

As barreiras laterais são instaladas na borda da pista para impedir que o veículo saia da pista. Geralmente as barreiras laterais devem ser instaladas apenas onde a situação depois da barreira é mais perigosa do que o choque com a própria barreira, sendo necessária a proteção dos usuários (Statens vegvesen, 2013). As barreiras laterais são normalmente concebidas como defensas metálicas (de aço).

Terminais da barreira de proteção

As extremidades das barreiras representam um risco e diferentes medidas podem ser tomadas para a

redução do risco de danos. Os terminais das barreiras de proteção foram desenvolvidos para absorver a energia do choque. Um projeto comum é a barreira de proteção abatida no solo a cada trecho de 12 metros, por vezes abreviada para 8 ou 4 metros (Hvoslef, 2000). Esse terminal das barreiras de proteção pode, contudo, servir como uma “plataforma de lançamento”, arremessando o automóvel. Na pior das hipóteses, isso pode fazer com que um veículo seja lançado ou que ele suba na barreira e encontre o perigo do qual a barreira de proteção deveria protegê-lo. Outra possibilidade é virar a extremidade da barreira de proteção para o lado oposto da borda da via para reduzir a probabilidade de choques. Nas novas normas de barreiras de proteção norueguesas, são impostos firmes requisitos para o projeto dos terminais de barreiras. Os quatro tipos de projetos a seguir são homologados:

- barreira de proteção, que em sua altura total dobra para fora, ancorando no terreno adjacente, paredão de pedra ou obstáculo lateral;
- as extremidades da barreira devem ser maleáveis ou protegidas com um terminal absorvedor de energia;
- barreira de proteção, que em sua altura total dobra para fora e reduz gradativamente sua altura até ancorar-se ao solo;
- barreira de proteção que dobra para fora, reduz gradativamente sua altura e ancora-se dentro da zona de proteção (permitida apenas em rodovias com limite de velocidade de 60 km/h ou inferior).

Atenuadores de impacto

Atenuadores de impacto são estruturas de absorção de energia, instaladas na frente de obstáculos fixos que muitas vezes fazem parte de estruturas viárias, como portais de túnel, pilares frontais de uma ponte ou o início de uma barreira de concreto. Um atenuador de impacto é projetado para deformar em caso de choque e, com isso, tornar o acidente menos grave.

Impacto sobre os acidentes

As barreiras de proteção e os atenuadores de impacto não são primordialmente projetados para evitar a ocorrência de acidentes, mas para reduzir sua gravidade, caso eles ocorram. Ainda assim, é possível que ambos, barreira de proteção e atenuadores de impacto, possam afetar o número de acidentes. A bar-

reira de proteção é um obstáculo fixo que os condutores tentarão evitar; este desejo dos condutores de evitar o choque contra a barreira de proteção por si só já reduz o número de acidentes. A barreira de proteção também pode levar a um melhor alinhamento visual, o que também pode, entretanto, levar à diminuição do espaço disponível de manobra e, assim, aumentar o número de acidentes (de choques contra a barreira de proteção, por exemplo). Ao considerar os efeitos globais das barreiras de proteção e dos atenuadores de impacto nos acidentes, é importante levar-se em conta as alterações tanto na probabilidade quanto na gravidade dos acidentes.

Barreira central na divisão de vias de pista dupla

Os impactos da barreira de proteção na divisão central de vias de pista dupla no número de acidentes ou ferimentos são estimados com base nos seguintes estudos:

Billion (1956), EUA;
 Moskowitz & Schaefer (1960), EUA;
 Beaton, Field & Moskowitz (1962), EUA;
 Billion, Taragin & Cross (1962), EUA;
 Billion & Parsons (1962), EUA;
 Sacks (1965), EUA;
 Johnson (1966), EUA;
 Moore & Jehu (1968), Reino Unido;
 Williston (1969), EUA;
 Galati (1970), EUA;
 Good & Joubert (1973), Reino Unido;
 Tye (1975), EUA;
 Ricker et al. (1977), EUA;
 Johnson (1980), Reino Unido;
 Watts (1986), Reino Unido;
 Hunter, Stewart & Council (1993), EUA;
 Martin et al. (1997), França;
 Wang et al. (1998), EUA;
 Nilsson & Ljungblad (2000), Suécia;
 Carlsson et al. (2001), Suécia;
 Hunter et al. (2001), EUA;
 Martin & Quincy (2001), França;
 Strathman (2001), EUA;
 Holdridge et al. (2005), EUA;
 Hovey & Chowdhury (2005), EUA;
 Khorashadi et al. (2005), EUA;
 Anastasopoulos et al. (2008), EUA;
 Montella et al. (2008), Itália;
 Carlsson et al. (2009), Suécia;
 Hu & Donnell (2010), EUA;
 Indupuru (2010), EUA;
 Schulz et al. (2010), EUA;

Chitturi et al. (2011), EUA;
 Chengye & Ranijatkar (2013), Nova Zelândia;
 Martin et al. (2013), França e
 Olson et al. (2013), EUA.

A tabela 1.15.1 mostra os impactos em conjunto da barreira de proteção baseados em estudos de antes e depois com grupos de controle e estudos com grupos de comparação (“com e sem” a medida) em que houve diferentes modos de controle de variáveis perturbadoras. Os estudos em que não houve controle de outras variáveis perturbadoras, fora o volume de tráfego, não estão incluídos nas análises. Acredita-se que os resultados não sejam apenas minimamente afetados por viés de publicação ou efeitos da regressão para a média. Verificou-se que os estudos mais recentes revelaram impactos mais vantajosos da barreira central que os estudos mais antigos. Por isso, na medida do possível, os resultados apresentados são baseados nos estudos mais recentes (estudos do ano 2000 ou posteriores). Na ausência de resultados de estudos recentes, são mostrados os resultados de estudos mais antigos. Os resultados são apresentados para acidentes fatais e para acidentes com gravidade de dano não especificada. Esses últimos se baseiam principalmente em acidentes com vítimas.

A maioria dos estudos refere-se ao impacto da barreira central em vias com divisão central. Quando se observa todos os acidentes e todos os tipos de grades, em conjunto, os resultados mostram que a barreira central reduz os acidentes fatais e os acidentes com gravidade não especificada. Para acidentes fatais, foi encontrada uma maior diminuição em vias com barreiras de concreto (-38%) que em vias com defensas metálicas (-12%). Para acidentes com gravidade não especificada, também foi encontrada uma maior diminuição em vias com barreiras de concreto (-13%) que em vias com defensas metálicas (-4%); enquanto que, para vias com cabos de aço encontrou-se uma redução de 4% no número de acidentes. Os resultados para acidentes fatais foram baseados em estudos mais antigos. Esses resultados sugerem que barreiras de concreto têm um efeito mais favorável do que barreiras mais flexíveis; enquanto que, entre cabos de aço e defensas metálicas há apenas uma pequena diferença. Jurewicz e Steinmetz (2012), todavia, mostraram que vias com barreiras mais maleáveis, geralmente, têm menos acidentes do que as vias com grades menos maleáveis. Montella e Perneti (2010) mostraram que choques contra barreiras de concreto levam a um maior risco de ferimentos graves ou capotamentos que as defensas metálicas, sem que isso seja compensado

TABELA 1.15.1: IMPACTOS DA BARREIRA CENTRAL NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES:

Variação porcentual no número de acidentes			
Gravidade do acidente	Tipos de acidentes impactados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Barreira de proteção na divisão central de via com pista dupla (todos os tipos de barreira de proteção)			
Acidentes fatais**	Todos os acidentes	-15	(-33; +7)
Gravidade não especificada*	Todos os acidentes	-13	(-26; +2)
Cabo de aço na divisão central de via com pista dupla			
Gravidade não especificada*	Todos os acidentes	-7	(-19; +7)
Defensa metálica na divisão central de via de pista dupla			
Acidentes fatais**	Todos os acidentes	-12	(-32; +13)
Gravidade não especificada*	Todos os acidentes	-4	(-27; +27)
Acidentes fatais**	Cruzamento da divisão central	-87	(-96; -59)
Gravidade não especificada**	Cruzamento da divisão central	-91	(-94; -85)
Acidentes fatais**	Acidentes na divisão central (sem cruzamento)	+7	(-55; +154)
Gravidade não especificada**	Acidentes na divisão central (sem cruzamento)	+73	(+33; +125)
Acidentes fatais	Outros acidentes	-3	(-46; +73)
Gravidade não especificada*	Outros acidentes	+7	(-8; +24)
Barreira de concreto na divisão central em via de pista dupla			
Acidentes fatais**	Todos os acidentes	-38	(-69; +24)
Gravidade não especificada*	Todos os acidentes	-13	(-46; +40)
Cabo de aço em vez de defesa metálica na divisão central de via de pista dupla			
Grau de dano não especificado**	Todos os acidentes	-24	(-34; -13)
Gravidade não especificada*	Acidentes na divisão central	-38	(-56; -11)
Defensa metálica em vez de barreira de concreto na divisão central de via de pista dupla			
Gravidade não especificada*	Cruzamento da divisão central	+99	(-48; +660)
Gravidade não especificada*	Acidentes na divisão central	-31	(-37; -24)
Cabo de aço em vez de barreira de concreto na divisão central de via de pista dupla			
Acidentes com vítimas*	Acidentes na divisão central	-70	(-81; -51)
Barreira de concreto entre direções opostas em via com duas faixas sem divisão central			
Gravidade não especificada**	Todos os acidentes	-17	(-61; +74)

pela redução do risco de invadir a direção oposta. O estudo também mostrou que as colisões com defensas metálicas mais novas (thrie-beam), em média, levam a menos danos que colisões contra defensas metálicas mais antigas (W-beam).

Os estudos que compararam acidentes em vias com diferentes tipos de barreiras, têm, sobretudo, encontrado um efeito mais favorável para barreiras mais maleáveis. Apenas o impacto sobre o número de acidentes envolvendo o cruzamento da divisão central é que parece ser maior em vias com barreiras de concreto que em vias com defensas metálicas; esse resultado foi, entretanto, baseado em apenas alguns estudos com resultados contraditórios.

O tipo de acidente mais impactado (reduzido) em vias com barreiras de proteção é aquele em que

ocorre o cruzamento da divisão central. Acidentes na divisão central, em que essa não é cruzada, não parecem aumentar. Tais acidentes, com gravidade não especificada, aumentam em 73%. Isso provavelmente se deve ao fato de que muitos dos acidentes envolvem o choque contra a própria barreira, de modo que muitos dos acidentes sem o choque contra a barreira teriam sido ou colisões frontais ou não teriam ocorrido se o condutor conseguisse controlar o veículo de volta para a pista; ou seja, há colisões com barreiras em vias onde há barreiras centrais. Outros acidentes não parecem ser afetados pela barreira central.

A maioria dos resultados, para todos os acidentes, não é estatisticamente confiável. Análises adicionais –de metarregressão e testes de heterogeneidade – sugerem que existem diferenças reais entre os

impactos de diferentes graus de lesão e entre diferentes tipos de acidentes. As diferenças entre os tipos de barreiras de proteção, ao contrário, não são estatisticamente confiáveis. As diferenças que foram encontradas, para os diferentes tipos de barreiras, provavelmente não são, portanto, reais. Isso também poderia explicar os resultados diferentes para diferentes tipos de barreiras, tanto nas comparações diretas de diferentes tipos de barreira quanto para outros estudos que mostraram que as barreiras mais maleáveis têm efeitos mais favoráveis do que as barreiras menos maleáveis.

Martin e Quincy (2001) pesquisaram acidentes envolvendo choques contra barreiras de proteção na divisão central em rodovias francesas. Em apenas 0,6% de todos os acidentes com choque contra a barreira de proteção na divisão central o veículo cruzou a tal divisão. O percentual entre ônibus e caminhões foi de 6,4%. Os acidentes sem cruzamento ou violação de barreiras na divisão central são muito menos graves que os que envolvem o cruzamento. Para os automóveis, o percentual de acidentes fatais é 94% mais baixo quando a divisão central não é atravessada do que quando ela é. Para danos graves e mais leves, as respectivas reduções são de 83% e 30%. O percentual de acidentes apenas com danos materiais aumenta em 66% quando a divisão central não é atravessada. O percentual de travessia da barreira central foi menor para as barreiras de concreto, as quais envolvem, entretanto, um número de danos e mortes 1,7 vezes mais alto que outros tipos de barreira central.

Outros estudos sobre acidentes com o cruzamento da divisão central, que foram utilizados nos modelos estatísticos para avaliar a importância de, entre outros, volume de tráfego, largura da divisão central e número de faixas, mostraram que a barreira central reduz o número de acidentes com cruzamento da divisão central e aumenta o número de acidentes na divisão central (Tarko et al., 2008; Davis e Pei, 2005; Fitzpatrick et al., 2008; Donnell e Mason, 2004; Miaou et al., 2005).

Em vias sem divisão central, os resultados na Tabela 1.15.1 mostram que barreiras de concreto reduzem o número de acidentes com vítimas em 17%. Esse resultado é baseado em um estudo antigo (Billion, 1956) e, por isso, pode não se parecer com os demais resultados. Chitturi et al. (2011) e Chimba et al. (2014) mostraram que o aumento da distância entre a barreira central e as faixas mais internas, leva a uma redução do risco de acidentes. Desse re-

sultado, pode-se esperar que a barreira central, na divisão central tem maior impacto que a barreira em vias sem divisão central.

Chimba et al. (2014) mostraram que o volume de tráfego tem maior relação com o número de acidentes em vias sem barreira central que em vias com barreira central. Ou seja, um volume de tráfego crescente, em vias com barreira central, leva a um menor aumento de acidentes do que em vias sem barreira central. Assim, assume-se que a barreira central pode ter maiores efeitos em vias com alto volume de tráfego que em vias com baixo volume de tráfego.

Barreiras laterais

Os impactos da instalação de barreiras ao longo da borda da pista sobre os acidentes foram estudados nas seguintes pesquisas:

Glennon & Tamburri, 1967 (EUA);
 Tamburri et al., 1968 (EUA);
 Williston, 1969 (EUA);
 Good & Joubert, 1973 (Austrália);
 Petterson, 1977 (Suécia);
 Ricker et al., 1977 (EUA);
 Perchonok et al., 1978 (EUA);
 Schandersson, 1979 (Suécia);
 Hall, 1982 (EUA);
 Kurucz, 1984 (EUA);
 Domhan, 1985 (Alemanha);
 Schultz, 1986 (EUA);
 Ray, Troxel & Carney, 1991 (EUA);
 Hunter, Stewart & Council, 1993 (EUA);
 Corben et al., 1997 (Austrália);
 Short & Robertson, 1998 (EUA);
 Bligh & Mak, 1999 (EUA);
 Kloeden et al., 1999 (EUA);
 Ljungblad, 2000 (Suécia; acidentes de motocicleta);
 Martin et al., 2001 (França);
 Gates et al., 2006 (EUA);
 Gabler, 2007 (EUA);
 Tung et al., 2008 (Malásia; acidentes de motocicleta);
 Indupuru, 2010 (EUA; acidentes de motocicleta);
 Grzebieta et al., 2010 (Austrália);
 Daniello & Gabler, 2011 (EUA);
 Martin et al. (2013), França.

Com base nessas pesquisas, o impacto da barreira ao longo da borda da pista é fornecido por meio dos índices da Tabela 1.15.2.

TABELA 1.15.2 - IMPACTOS DA DEFENSA METÁLICA AO LONGO DA BORDA DA PISTA SOBRE A GRAVIDADE DO ACIDENTE. VARIAÇÃO PORCENTUAL DA PROBABILIDADE DE MORTE OU DANOS EM CASO DE ENVOLVIMENTO EM ACIDENTE.

Gravidade do acidente	Variação percentual no número de acidentes		
	Típos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Morte em acidente	Todos os acidentes	-43	(-90; +221)
Ferimento em acidente	Todos os acidentes	-48	(-76; +14)
Morte em acidente	Saída de pista	-24	(-49; +15)
Ferimento em acidente	Saída de pista	-53	(-59; -45)
Morte em acidente	Saída de pista (terreno plano na lateral da via)	-70	(-100; +1743)
Ferimento em acidente	Saída de pista (terreno plano na lateral da via)	-58	(-61; -55)
Morte em acidente	Saída de pista (terreno plano/talude na lateral da via)	-46	(-67; -12)
Ferimento em acidente	Saída de pista (terreno plano/talude na lateral da via)	-55	(-65; -42)
Morte em acidente	Saída de pista (vala na lateral da via)	+19	(+15; +24)
Ferimento em acidente	Saída de pista (vala na lateral da via)	-35	(-42; -27)
Morte em acidente	Capotamento na saída de pista	+38	(-6; +103)
Ferimento em acidente	Capotamento na saída de pista	-51	(-86; +73)
Morte em acidente	Choque com objeto na lateral da via (todos os objetos)	-58	(-68; -44)
Ferimento em acidente	Choque com objeto na via (todos os objetos)	-43	(-52; -32)
Morte em acidente	Choque com pilar de ponte	-72	(-90; -25)
Ferimento em acidente	Choque com pilar de ponte	-32	(-56; +6)
Morte em acidente	Choque com árvore	-69	(-82; -48)
Ferimento em acidente	Choque com árvore	-65	(-73; -54)
Morte em acidente	Choque com morro	-45	(-51; -39)
Dano em acidente	Choque com morro	-62	(-68; -54)
Morte em acidente	Choque com poste	-38	(-59; -5)
Dano em acidente	Choque com poste	-19	(-44; +16)
Morte em acidente	Saída de pista de motocicleta	+82	(-45; +498)
Dano em acidente	Saída de pista de motocicleta	+236	(-33; +1571)
Dano em acidente	Motocicleta, choque com pequeno objeto na via	-38	(-80; +94)

Todos os estudos incluídos nos resultados da tabela 1.15.2 de uma forma ou de outra controlaram variáveis perturbadoras. Em nenhum dos estudos houve explicitamente controle dos efeitos de regressão para a média. Muitos dos estudos são, entretanto, comparativos (de com e sem), em que é improvável que os resultados sejam afetados pelos efeitos da regressão para a média. Os resultados não parecem ser significativamente afetados pelo viés de publicação.

Para todos os acidentes em conjunto, foram encontradas reduções acima de 40% na probabilidade de ser ferido ou morto em vias com barreiras laterais; os resultados não são significativos, o que leva a crer que somente existam algumas estimativas de impacto baseadas em poucos acidentes.

Na saída de pista, a probabilidade de ser morto ou ferido é reduzida em, respectivamente, 24% e 53%

com barreiras laterais. A maior redução de risco de morte ou ferimentos dá-se em vias com terreno plano na lateral. Uma menor redução do risco de ferimentos e um aumento do risco de morte de 19% foram encontrados quando há uma vala na lateral da via. A maioria dos resultados é estatisticamente significativa. O risco de morte em um acidente de saída de pista com capotamento aumenta em 38% em vias com barreiras laterais, enquanto que o risco de ferimentos nesses acidentes diminui 51% nessas vias.

O risco de morte e ferimentos em choques com objetos na lateral da via diminui, respectivamente, 58% e 43% em vias com barreiras laterais. As maiores reduções de risco foram encontradas para choques com pilares de ponte e árvores. Em choques contra morros e postes, o risco também foi fortemente reduzido com as barreiras laterais. A redução do risco é, na maioria dos casos, maior para danos mais graves.

Contudo, os resultados mostram que os choques com barreiras de proteção não necessariamente levam a menores riscos de ferimentos e morte em saídas de pista.

Ao contrário dos resultados que foram descritos até então, os resultados de acidentes envolvendo motocicletas mostram que estes têm maior risco de morte ou ferimento quando há saída de pista em vias com barreira de proteção lateral. Nenhum dos resultados é estatisticamente significativo, algo que se deve à pequena amostra de acidentes.

Todos os resultados da tabela 1.15.2 aplicam-se a defensas metálicas (de aço). Não há resultados para o impacto de outros tipos de barreiras de proteção (*vs* sem barreira de proteção) na gravidade dos acidentes. A tabela 1.15.3 mostra os resultados de estudos que compararam o risco de morte ou lesão em choques com barreira de proteção lateral entre diferentes tipos de barreiras laterais. Os cabos de aço parecem representar menor risco que as defensas metálicas ou barreiras de concreto para todos os usuários em conjunto e para os motociclistas. Os resultados, entretanto, não são estatisticamente significativos, pois apresentam grandes intervalos de confiança. Os choques com defensas metálicas parecem levar a um maior risco de morte e menor risco de ser ferido que os choques com barreiras de concreto, exceto para motociclistas que têm mais alto risco de ser morto ou ferido. Sobre barreiras de proteção com postes maleáveis em vez de postes rígidos, é incerto se há aumento ou diminuição do

risco. Ambos os resultados têm intervalos de confiança muito grandes.

A maioria dos resultados da tabela 1.15.3 sugere que barreiras de proteção maleáveis reduzem o risco de morte e ferimentos para todos os usuários em geral, mas não necessariamente para os motociclistas. Isso é confirmado por dois estudos que pesquisaram o impacto da troca de barreiras de proteção antigas por outras mais modernas (Bryden & Fortuniewicz, 1986; Shankar et al., 2000). Apesar dos dados limitados, ainda parece que a própria atualização teve menos efeito que a instalação inicial das barreiras de proteção em lugares onde antes não havia.

Terminais da barreira de proteção

Pesquisas norueguesas e suecas mostraram que os choques contra os terminais das barreiras de proteção levam a um maior risco de lesão que os choques com a barreira de proteção propriamente dita (Hunter et al., 1993; Ljungblad, 2000; Martin et al., 2001). Martin et al. (2001) mostraram que a probabilidade de lesão é 68% maior (intervalo de confiança de 95% [12; 152]) em choques com terminais da barreira de proteção do que com a barreira de proteção em si. A probabilidade de morte é, respectivamente, segundo Hunter et al. (1993) e Ljungblad (2000), 3,3 e 3,1 vezes maior em choques com terminais da barreira de proteção que em choques com a própria barreira, enquanto que a probabilidade de ser ferido gravemente é, em ambos, respectivamente,

TABELA 1.15.3: IMPACTOS DO CHOQUE COM BARREIRAS DE PROTEÇÃO LATERAL NA GRAVIDADE DOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DA PROBABILIDADE DE MORTE OU FERIMENTOS.

Gravidade do acidente	Variação percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
<i>Cabo de aço em vez de defesa metálica (de aço)</i>			
Morte em acidente	Choque com barreira de proteção	-44	(-98; +1188)
Ferimento em acidente	Choque com barreira de proteção	-68	(-91; +17)
Morte em acidente	Motocicleta, choque com barreira de proteção	-52	(-79; +12)
<i>Defensa metálica em vez de barreira de concreto</i>			
Morte em acidente	Choque com barreira de proteção	+75	(+70; +81)
Ferimento em acidente	Choque com barreira de proteção	-74	(-78; -69)
Morte em acidente	Motocicleta, choque com barreira de proteção	+28	(-28; +127)
Ferimento em acidente	Motocicleta, choque com barreira de proteção	+42	(+2; +97)
<i>Cabo de aço em vez de barreira de concreto</i>			
Morte em acidente	Motocicleta, choque com barreira de proteção	-59	(-86; +17)
Barreira de proteção com poste maleável ao invés de poste rígido			
Morte em acidente	Choque com barreira de proteção	+26	(-75; +534)
Ferimento em acidente	Choque com barreira de proteção	-44	(-92; +312)

te, 1,3 e 1,7 vez maior, e a probabilidade de ferimentos leves é, respectivamente, 0,9 e 1,8 vez maior em colisões com terminais da barreira de proteção do que com as barreiras em si. Em outras palavras, a segurança pode melhorar consideravelmente, caso os terminais da barreira de proteção sejam projetados para que o risco no caso de choque seja reduzido ao mesmo nível que o risco atribuído ao choque com a barreira em si. Diferentes tipos de terminais da barreira de proteção foram pesquisados por:

Hunter, Stewart e Council, 1993 (EUA);
Gattis, Alguire e Narla, 1996 (EUA);
Holdridge et al., 2005 (EUA) e
Igharo et al., 2004 (EUA).

Os resultados estão resumidos na tabela 1.15.4 e mostram que o número, na prática, não é diferente entre terminais da barreira de proteção retos e os ancorados no solo. Se a barreira de proteção é ancorada por trás, o risco de lesão diminui 28%. Os choques com os terminais da barreira de proteção que, segundo os resultados, levam a um menor risco de lesão são com defensas metálicas em vez de barreiras de concreto. O choque com os chamados *slotted rail terminals* (SRT, terminais mais maleáveis da barreira de proteção que foram introduzidos nos EUA a partir de 1995) no lugar dos *breakaway cable terminals* (BCT, terminais menos maleáveis da barreira de proteção, que eram os mais utilizados nos EUA antes de 1995 (Igharo et al., 2004)) levam a risco de lesão 21% mais baixo. Devido à pequena amostra de acidentes, nenhum dos resultados é estatisticamente confiável.

Ray (2000) e Ray e Hopp (2000) realizaram uma avaliação de diferentes terminais de absorção de energia das barreiras de proteção e não encontraram nenhuma diferença estatística entre o sistema

antigo e o moderno. Todos os sistemas foram projetados e testados conforme rigorosos procedimentos de teste. Os autores enfatizaram a importância da instalação e manutenção adequada para assegurar um nível de segurança satisfatório.

Atenuadores de impacto

Os impactos dos atenuadores de impacto nos acidentes foram pesquisados nos seguintes estudos:

Viner e Tamanini, 1973 (EUA);
Griffin, 1984 (EUA);
Houh, Epstein e Lee, 1986 (EUA);
Schoon, 1990 (Países Baixos);
Ray, Troxel e Carney, 1991 (EUA) e
Holdridge et al., 2005 (EUA).

Com base nestas pesquisas, o efeito dos atenuadores de impacto nos acidentes é calculado de acordo com os números da tabela 1.15.5. Os resultados mostram que a probabilidade de morte é menor em colisões com atenuadores de impacto que com todos os outros tipos de objetos que foram pesquisados. A probabilidade de lesão, ao contrário, aumenta para a maioria dos objetos. Os resultados de diferentes estudos são relativamente heterogêneos e podem ser afetados pela regressão para a média. Não foi encontrada nenhuma pesquisa com a comparação do efeito de diferentes tipos de atenuadores de impacto.

Impacto na mobilidade

Os efeitos das barreiras de proteção e dos atenuadores de impacto na mobilidade foram pouco estudados. Alguns estudos menores não encontraram

TABELA 1.15.4: IMPACTOS DE CHOQUES COM TERMINAIS DA BARREIRA DE PROTEÇÃO DE DIFERENTES TIPOS NA GRAVIDADE DO ACIDENTE. VARIAÇÃO PORCENTUAL DA PROBABILIDADE DE LESÃO.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Barreira ancorada no solo em vez de reta			
Dano em acidente	Choque com terminal da barreira de proteção	-1	(-20; +22)
Barreira ancorada por trás em vez de ancorada no solo			
Ferimento em acidente	Choque com terminal da barreira de proteção	-28	(-77; +128)
Defensa metálica ao invés de terminal de barreira de concreto			
Ferimento em acidente	Choque com terminal da barreira de proteção	-9	(-58; +96)
SRT em vez de terminal da barreira de proteção BCT			
Ferimento em acidente	Choque com barreira de proteção	-21	(-85; +321)

TABELA 1.15.5: EFEITO DOS ATENUADORES DE IMPACTO NA GRAVIDADE DO ACIDENTE EM CASO DE CHOQUE. VARIAÇÃO PORCENTUAL DA PROBABILIDADE DE LESÃO OU MORTE.

Gravidade do acidente	Variação percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Morte em acidente	Choque com objeto na lateral da pista	-74	(-79; -67)
Ferimento em acidente	Choque com objeto na lateral da pista	+86	(-36; +440)
Morte em acidente	Choque com árvore	-77	(-95; +17)
Ferimento em acidente	Choque com árvore	+73	(-91; +3229)
Morte em acidente	Choque com pilar de ponte	-74	(-91; -22)
Ferimento em acidente	Choque com pilar de ponte	+165	(-81; +3664)
Morte em acidente	Choque com poste	-62	(-95; +172)
Ferimento em acidente	Choque com poste	+747	(+471; +1157)
Morte em acidente	Choque com terminal de barreira de proteção	-61	(-89; +39)
Ferimento em acidente	Choque com terminal de barreira de proteção	-32	(-56; +5)

nenhum efeito ou apenas pequenos aumentos na média de velocidade depois da instalação da barreira de proteção (Billion, 1956; Billion, Taragin e Cross, 1962; Sacks, 1965). Em vias de duas pistas e uma faixa em cada sentido, geralmente a divisão central faz com que não seja possível ultrapassar, a não ser que seja instalada uma faixa de ultrapassagem (assim como nas vias 2+1 da Suécia). Isso pode reduzir consideravelmente mobilidade. Quando a barreira de proteção faz com que a via se torne mais estreita, a velocidade média também pode ser reduzida.

Karim e Magnusson (2009) estudaram o impacto dos tipos de barreiras de proteção na remoção da neve e mostraram que as citadas barreiras têm pouco impacto na velocidade e no tempo gasto pelos removedores de neve. Um longo tempo de remoção de neve representa um risco à segurança viária, já que os veículos que a removem são mais lentos que os outros.

As vias com barreira de proteção podem apenas ser cruzadas onde há aberturas nela. Sem a abertura, a barreira de proteção pode reduzir a mobilidade para quem deseja cruzar a via.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que dão indicações sobre os impactos da barreira de proteção no meio ambiente. As barreiras de proteção não têm supostamente nenhum impacto no nível de ruído ou poluição. As barreiras de proteção podem frequentemente aumentar o efeito de barreira para animais selvagens, ciclistas e veículos de emergência.

Custos

Não foram encontrados índices de custos atuais para barreira de proteção e atenuadores de impacto.

Avaliações de custo-benefício

Uma análise de custo-benefício de barreiras laterais foi realizada por Erke e Elvik (2006). Supõe-se que o número de mortes diminua em 21%, o número de feridos graves, em 1%, e o número de feridos leves aumente em 5%. Os custos das barreiras são definidos em NOK 0,45 bilhão por quilômetro de via. A razão de custo-benefício é de 1,1 em uma via cujo VDMA é de 1.500 veículos, 2,7 em uma via cujo VDMA é de 4.500 veículos e 14,7 em uma via cujo VDMA é de 50.000 veículos.

As barreiras centrais claramente proporcionam maiores benefícios que os custos para um volume de tráfego de 5.000 veículos por dia ou mais, de acordo com uma análise de custo-benefício baseada em informações fornecidas pelo departamento viário (Elvik & Rydningen, 2002). Deve ser enfatizado que os trechos de vias sobre os quais há dados disponíveis apresentaram mais colisões que o esperado para essas vias.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As autoridades viárias devem tomar a iniciativa para a instalação de barreiras de segurança ou atenuadores de impacto.

Requisitos e procedimentos formais

Os critérios para estabelecer a necessidade de barreiras de segurança são dados pelas normas viárias (Statens vegvesen, Håndbok 231, 2003). De acordo com o manual, as soluções alternativas devem sempre ser consideradas antes de se tomar qualquer decisão de colocação de barreiras de proteção. As soluções alternativas são, por exemplo, desviar a via, remover ou reposicionar o objeto que representa risco, cortar grandes árvores que estão próximas à via, ampliar os cortes nas encostas de rocha ou aterrar o terreno adjacente.

Os requisitos técnicos para a concepção e instalação de barreiras de segurança são dados nas normas de barreiras de segurança (Statens vegvesen, Håndbok 231, 2003). Barreiras de segurança são colocadas dentro da área viária existente e, portanto, geralmente não exigem a previsão de planos de zoneamento ou outros aspectos relacionados ao Planejamento e Lei da Construção Civil.

Responsabilidade pela execução da medida

A decisão sobre a instalação de barreiras de segurança é feita pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega de acordo com a jurisdição da rodovia, que pode ser federal, estadual ou municipal. Os custos são cobertos como gastos viários, também de acordo com a jurisdição da via.

1.16 MEDIDAS CONTRA ACIDENTES ENVOLVENDO ANIMAIS

Este capítulo foi revisado em 2008 por Alena Høy (TØI)

Problema e finalidades

A cada ano mais de 5.000 cervídeos são mortos por veículos na Noruega; destes, aproximadamente 1300 são alces. O número de alces mortos *vs.* o número de veículos e alces foi um dado sobre a caça comum levantado nos anos de 1995 e 2007 e apresentado na figura 1.16.1. Não há números confiáveis sobre o total da população de veados na Noruega, mas o número de caça no campo é muitas vezes utilizado como uma medida aproximada do tamanho da população.

A maioria dos acidentes envolvendo animais selvagens causa apenas danos materiais. Os acidentes mais graves são de colisões graves com os alces. Alces são mais altos e mais pesados do que os outros ungulados. Um alce adulto é três vezes mais pesado que um cervo adulto do mesmo sexo e 20 vezes mais pesado que um cabrito-montês do mesmo sexo.

Experiências no município de Hedmark (Messelt, 1994) e na Suécia (Almkvist et al., 1980) sugerem que o risco de ferimentos com um alce numa colisão é 12 vezes maior do que o risco de ferimentos em uma colisão com outros ungulados (85% dos outros ungulados neste estudo eram cervos; 15%, veados). A análise dos acidentes em Maine, EUA (Centros de Controle e Prevenção de Doenças, 2006) mostrou que o risco de ferimentos em uma colisão com um alce é seis vezes maior que em uma colisão com cervos e que o risco de ser morto em uma colisão com um alce é aproximadamente 26 vezes maior que em uma colisão com cervos.

Estudos mostraram que grande parte dos acidentes envolvendo animais selvagens são previsíveis nos trechos em que há um grande perigo de acidentes envolvendo animais selvagens.

- A maioria dos acidentes com animais selvagens ocorre nas proximidades da floresta e em vias navegáveis (Bruidenrink & Hazenbroek, 1996; Finder, Roseberry & Woolf, 1999). O mais popular entre os alces são os jovens pinheiros (Ball & Dahlgren, 2002).
- A maioria das colisões com alces nas vias acontece entre os habitats de verão e inverno (Gibby & Clewell, 2006; Rogers, 2004) e entre os habitats de inverno (Lavsund & Sandgreen, 1991; Høy, 2005). Os movimentos acontecem ao longo das mesmas rotas a cada ano (Putman, 1997; Gibby & Clewell, 2006). No inverno as áreas de pastagem encontram-se em altitudes mais baixas, tendo relativamente pouca neve e boa pastagem e sendo muitas vezes localizadas perto de rodovias ou ferrovias. Nas proximidades de Hedmark, 81% de todas as colisões foram com alces em Riksveg, e de 3 a 94% de todas as colisões foram com alces em Rørosbanen entre os meses de novembro a março (Storaas et al., 2005).
- A maioria dos acidentes com alces ocorrem entre as primeiras 2 a 3 horas após o pôr do sol, sendo que as maiores ocorrências se dão em aproximadamente 1 hora após o pôr do sol. O risco de acidentes com alces é maior durante as primeiras 2 a 3 horas após o pôr do sol e as primeiras 2 a 3

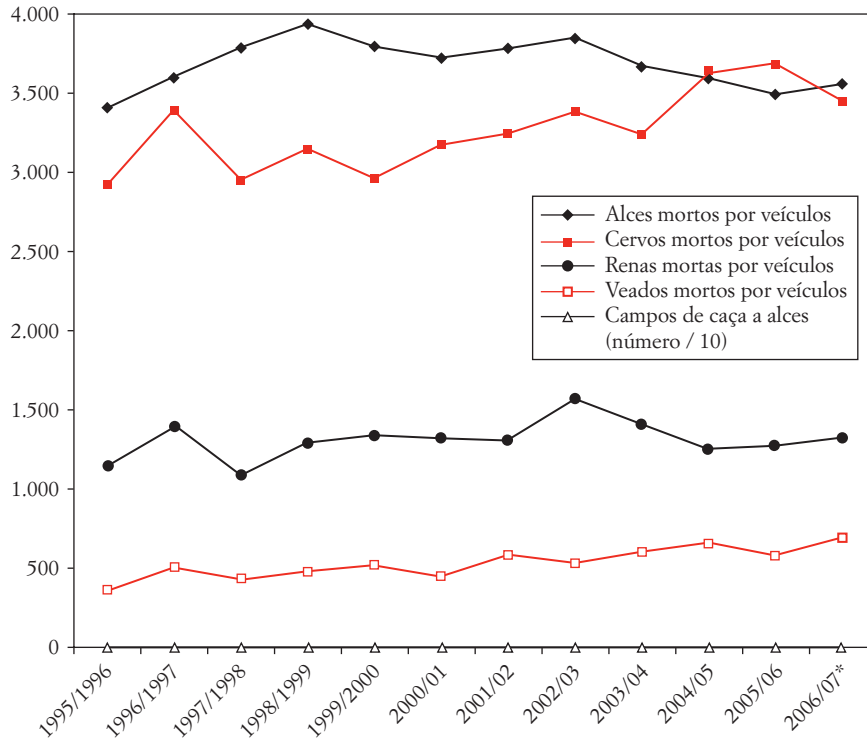


Figura 1.16.1: Cervídeos mortos por veículos nos campos e alces, por caça comum, na Noruega, 1995-2007 Fonte: SSB.

horas após o nascer do sol (Haikon & Summala, 2001). Isso é devido à grande atividade dos alces ao amanhecer e ao fato de eles serem dificilmente vistos em espaços abertos à luz do dia. Ao anoitecer, os alces também se tornam menos visíveis para os condutores que à luz do dia.

- A maioria das colisões com alces ocorre quando estes cruzam a rodovia. Alces cruzando as rodovias são mais frequentes no inverno, quando há muita neve, quando está frio, quando eles descem para a rodovia e para perto dos vales secundários. Os alces são atingidos por trens no inverno, pois se encontram em ferrovias, onde há uma boa acessibilidade e disponibilidade de alimentos (Gundersen, Andreassen & Storaas, 1998; Storaas et al., 2005).
- Quando a população de alces é grande, é maior a probabilidade de acidentes do que quando ela é pequena. A análise da relação entre o número de alces e colisões sugere que as colisões aumentam mais do que linearmente conforme o aumento da população dos alces (Beilinson, 2001; Bruidentink & Hazenbroek, 1996 SSB). Alguns estudos também sugerem que os movimentos locais dos alces dentro de uma área podem afetar o número de colisões (Storaas et al., 2005; Nysted, 2005).

Em média as vias públicas na Noruega possuem um número acidentes de cerca de 0,06 por km de rodovia ao ano. Nas rodovias mais expostas, este número é significativamente maior. Na Rodovia 3, no município de Stor-Elvdal, o número de acidentes por km de rodovia (ao ano) é de aproximadamente 0,29 (Storaas et al., 2005).

As medidas contra acidentes envolvendo animais selvagens têm como finalidade reduzir o número de acidentes desse tipo e o número de feridos em um acidente.

Descrição da medida

As ações que visam reduzir os acidentes com animais silvestres incluem as seguintes medidas:

- mudança no comportamento do condutor;
- mudança de comportamento animal e
- alteração da quantidade de animais.

Não existem dados oficiais indicando quais são estas medidas adotadas hoje na Noruega e de que modo são aplicadas. Estas medidas descritas neste capítulo relacionam-se aos impactos sobre os acidentes.

Impacto sobre os acidentes

Projetos rodoviários destinados aos condutores

Sinais de perigo: O efeito sobre os acidentes de sinais de avisos de perigo com animais selvagens e outras medidas de informação para os condutores não estão documentadas (Blamey & Blamey, 1990; Putman, 1997; Voß, 2007). Uma possível explicação é que os condutores rapidamente se acostumam aos sinais e na maioria dos casos não veem os alces (Putman, 1997).

Os sinais de perigo não parecem ter qualquer efeito sobre o comportamento do condutor (atenção e velocidade), conforme estudo de literatura conduzido por Gibby & Clewell (2006). Foi realizada uma pesquisa envolvendo 123 trechos rodoviários no Kansas (Meyer, 2006). Nela não havia correlação entre o número de acidentes com animais selvagens e os sinais de perigo, embora os sinais tenham sido criados com base no número de acidentes com animais selvagens nos anos anteriores. Um estudo sueco (Delegação de Pesquisas dos Transportes, 1980) sugere que muitos condutores não percebem o sinal de perigo e esse sinal tem pouco efeito sobre o número de condutores que enxergam os alces. Neste estudo, foi utilizada a figura de alces de papelão em tamanho real e colocados na rodovia. Os condutores que passavam pela figura do alce eram parados e perguntados se eles o tinham visto. Quando foram colocados sinais que alertavam para o perigo com os alces, descobriu-se que 21% dos condutores avistaram a figura. Quando foram colocados sinais sobre os alces e os condutores foram notificados deles, a figura dos alces passou a ser detectada por 27% dos condutores. Apenas 39% dos condutores tinham percebido o sinal de advertência de perigo dos alces.

Podem ser encontrados dois estudos que examinaram os efeitos dos sinais de perigo apenas durante os períodos de riscos particularmente elevados para colisões dos cervídeos. Sullivan et al. (2004) estudaram o aviso de sinalização de perigo com bandeiras vermelhas e indicadores, que foram colocados em períodos em que havia a presença dos alces. O estudo é experimental e relativamente bem controlado. Foi encontrada uma redução significativa do número de colisões com veados em 51% (num intervalo de confiança de 95% (-3; -75)). Verificou-se também a redução da velocidade no primeiro ano, quando os sinais foram colocados, mas não no segundo ano. Isto sugere que os condutores tendem

a se acostumar com os sinais e que o efeito diminui com o tempo. Rogers (2004) examinou o impacto do sinal de aviso com o sinal de “área de alta colisão”, que foi criado no inverno. Verificou-se que diminuiu o número de acidentes (intervalo de confiança de -18, 95% (-39; 10)), mas o efeito não foi significativo e não houve efeito na velocidade.

Sinais de trânsito: O efeito da sinalização de trânsito variável ativada quando da aproximação de animais selvagens nas rodovias foi investigado em vários estudos. A maioria dos estudos avaliou o impacto sobre a velocidade. Os resultados são altamente variáveis. Alguns estudos descobriram reduções de velocidade, outros não encontraram nenhum efeito sobre a velocidade ou até encontraram um aumento de velocidade (Huijser et al., 2007).

Um estudo finlandês (Beilinson, 2001; Muurinen & Ristola, 2005) avaliou sinais de alerta eletrônicos colocados nas aberturas e em cercas ao longo de rodovias onde o limite de velocidade era de 100 km/h. Os sinais foram ativados por sensores de movimentos, que reagiram com os movimentos dos alces. Verificaram-se reduções de velocidade de até 15 km/h, quando os sinais foram ativados em tempo de chuva. Em tempo seco a velocidade foi reduzida em 1,6 a 2,6 km/h durante a noite. No entanto, houve um aumento da velocidade de aproximadamente 0,5 km/h à luz do dia quando os sinais foram ativados. Sinais similares foram também avaliados nos EUA (Gordon et al., 2001). Verificou-se uma redução da velocidade em cerca de 6 km/h (4 mph) enquanto os sinais de alerta eletrônico permaneceram ativos.

Na Suíça foram encontradas reduções significativas de duas colisões com animais selvagens (- 81%) além do excesso de velocidade depois que os sinais de trânsito variável foram colocados em 7 trechos (Kistler, 1998; Romer & Mosler-Berger, 2003). Os sinais (sinais de alerta e de limites de velocidade de 40 km/h) foram ativados somente quando os animais selvagens encontravam-se nas proximidades da rodovia. Verificou-se um maior efeito sobre a velocidade entre os condutores locais do que entre os outros condutores.

Outras medidas de informação: Não foram encontrados estudos empíricos sobre os efeitos das iniciativas ou campanhas relacionadas às informações sobre acidentes.

A Delegação de Pesquisas de Transportes (1980) destaca os impactos indiretos das iniciativas de alerta

(quanto aos animais selvagens) para os condutores. Em uma amostra representativa de 1.034 condutores, observou-se também que 1,8% (19 condutores) haviam sido expostos a acidentes com ungulados. Onze por cento dos condutores da amostra representativa informaram que se depararam com um ungulado enquanto estavam dirigindo. Entre estes, 1,8% dos condutores disseram que tinham sido expostos a acidentes com ungulados, comparados com 2,4% dos condutores (não declarados) que se depararam com um ungulado enquanto estavam dirigindo. Uma seleção especial de caçadores também foi questionada sobre os acidentes com alces. Nesta amostra (4% das 122 pessoas) informaram que tinham sido expostos a acidentes com alces. Ambas as amostras formularam algumas questões de conhecimentos básicos sobre os ungulados. Podia-se atingir de 0 a 6 pontos, dependendo do número de respostas corretas. No resultado das amostras com caçadores, foram obtidos 83% ou 4 pontos. Na amostra representativa, obteve-se 51% ou 4 pontos. Estes resultados, apesar de não indicarem um conhecimento total sobre os ungulados, mostra que será menor a probabilidade de eles serem expostos a um acidente com os mesmos. Os caçadores demonstraram mais conhecimento sobre ungulados que os condutores, porém menos entendimento na questão dos acidentes com os ungulados.

Espelhos refletor: O espelho refletor possui vidro colorido com prisma montado em postes de madeira e reflete a luz dos faróis do veículo. Em alguns estudos costumava-se combinar refletor com sinais acústicos.

Estudos de visão dos animais selvagens mostraram que os cervos têm um espectro de cores limitado. Cervídeos não veem bem a cor vermelha (Sielecki, 2001). As cores vistas pelos cervídeos à luz do dia variam do azul para o verde-amarelo. À noite as mais visíveis estão entre o azul e o verde-azulado. Estudos de audição em animais selvagens mostraram que os sinais acústicos estão frequentemente fora de sua habilidade de escuta (D'angelo et al., 2004; Knapp et al., 2004). Por conseguinte, é duvidoso que os sinais acústicos ou refletor vermelhos sejam particularmente eficazes para afugentar veados.

Estudos observacionais mostraram que nem todos os ungulados reagem descontroladamente ao espelho e que a maioria dos animais se acostuma rapidamente a eles (Almkvist et al., 1980; Armstrong, 1992; Rogers, 2004; Waring, Griffis & Vaughn,

1991). Um estudo experimental feito por Stor-Elvdal com pegadas de alces na neve, indagando se os refletor foram cobertos pela neve ou não (Lien Aune, 2004; Storaas et al., 2005), não encontrou nenhum efeito sobre o comportamento dos alces.

Podem ser encontrados métodos melhores sobre os efeitos do espelho sobre os acidentes. Uma experiência com espelhos na Suécia (Almkvist et al., 1980) e Finlândia (Lehtimäki, 1979) não encontrou qualquer efeito redutor com relação aos acidentes. Nem nos estudos de outros países foram encontradas quaisquer reduções de acidentes nas rodovias relacionadas à instalação dos espelhos (Armstrong, 1992; Bruidentink & Hazenbroek, 1996; Cottrell, 2003; Ford & Villa, 1993; Gilbert, 1982; Gulen et al., 2006; Reeve & Anderson, 1993; Waring, Griffis & Vaughn, 1991; Woodard et al., 1973). Reeve & Anderson (1993) encontraram um aumento significativo no número de acidentes com animais selvagens e Rogers (2004) encontrou um aumento significativo no número de acidentes em trechos com espelho em períodos noturnos. Ambas as pesquisas utilizaram um delineamento experimental que controla uma variedade de outros fatores. Uma possível explicação para o aumento de acidentes noturnos é que o espelho leva a um aumento da velocidade. Alguns estudos descobriram reduções de acidentes, ou seja, os resultados sugerem que a vida selvagem só é afugentada no primeiro período após os espelhos terem sido instalados e os animais rapidamente se acostumam a eles (Putman, 1997). Um estudo finlandês (Lehtimäki, 1981) mostrou que a velocidade era 2 a 5 km/h mais alta em trechos com o espelho do que em trechos sem espelho.

Um efeito geral dos espelhos pode ser estimado com base nestes estudos, quer tenham utilizado um grupo de controle ou um projeto experimental:

Lehtimäki, 1979 (Finlândia);
Almkvist et al., 1980 (Suécia);
Voß, 2007 (Alemanha);
Rogers, 2004 (EUA) e
Armstrong, 1992 (EUA).

O efeito combinado foi um aumento no número de acidentes com animais selvagens em 7%, mas não é estatisticamente confiável (-11; 28).

Espelhos já não são mais utilizados para prevenir acidentes com animais selvagens nos países nórdicos. Nos Estados Unidos (Schafer, Penland e Carr, 1985), no entanto, ainda são utilizados.

Sinais de odores: Tentativas têm sido feitas com os sinais de odores para afugentar os alces no município de Stor-Elvdal no condado de Hedmark. Troncos e postes são revestidos com uma substância com o mesmo cheiro da urina do lobo. Um estudo antes-depois (Messelt, 1994) encontrou menos acidentes com alces nas áreas onde foram aplicadas as medidas. No entanto, não é utilizado qualquer grupo de controle e o efeito pode ser devido a outros fatores. Um estudo da Alemanha não encontrou qualquer efeito dos odores (Lutz, 1994). Outro estudo alemão observou que o número de colisões de ungulados (onde os odores foram colocados ao longo da rodovia) aumentou em relação a rodovias onde não foi utilizada nenhuma substância com odor.

Estudos sobre os efeitos do comportamento de animais selvagens mostraram que os odores têm um efeito afugentador sobre alguns, mas não sobre todos os animais, e que o efeito é apenas de curta duração. No longo prazo é consequentemente improvável que os odores possam afetar o número de acidentes com animais selvagens (Lutz, 1994; Storaas, 2005).

Cerca de rapina: As cercas de rapina são cercas de arame com uma altura mínima de 2 metros montadas ao longo das rodovias onde os animais selvagens muitas vezes as atravessam. A altura da cerca evita saltos, que variam conforme os diferentes animais: de 1,5 m para cervos, 2 m para a maioria dos alces e de 2,7 m para os alces de cauda branca.

Foi demonstrado que os animais tentam regularmente passar por fendas, utilizando todos os pontos fracos e buracos e em muitas amostras eles conseguem pular as cercas (Väre, 1995). As cercas de rapina devem, portanto, ser controladas regularmente e seus danos, reparados. Quando cercas impedem os movimentos de atração natural dos animais (entre as pastagens de verão e inverno, por exemplo) os animais tentarão atravessar a rodovia onde a cerca termina, nos cruzamentos e nas aberturas de caminhos florestais e trilhos, ou por buracos nas cercas (Gordon & Anderson, 2003; Clevenger et al., 2001; Väre, 1995). Por conseguinte, em diversas investigações revelou-se uma tendência para o aumento da taxa de acidentes em ambas as extremidades das cercas e nos cruzamentos (Clevenger et al., 2001; Lehtimäki, 1984; Ludwig & Bremicker, 1983; Statens vägverk 1985B; Ward, 1982).

Estudos sobre o impacto das cercas de rapina no número de acidentes tanto no trecho cercado como

em ambas as extremidades da cerca foram realizados na Finlândia (Lehtimäki, 1981; Väre, 1995), Suécia (Statens vägverk, 1979) e USA (Ludwig & Bremicker, 1983; Ward, 1981). Existe uma grande heterogeneidade nos resultados, que não possuem efeito global estimado. Os resultados de cada estudo variam entre uma redução de 92% (Statens vägverk, 1979) e aumentos de 22% (Ward, 1982) e 120% (Väre, 1995). Neste estudo as cercas não possuem fendas que permitissem a passagem de animais selvagens. Ward (1982) verificou uma redução no número de acidentes depois que a cerca foi expandida e que foram instaladas passagens subterrâneas. Na Suécia verificou-se que as cercas reduziam o número de colisões dos alces em 12%. O estudo estava controlado por uma série de outros fatores, como a velocidade, o volume de tráfego, a densidade da população de alces e a proximidade das florestas. Os animais que ficam presos entre a cerca e a rodovia raramente saem vivos, e as saídas de emergência nem sempre se provaram eficazes (Lehnert & Bissonette, 1997; Olsson, 2007). Bissonette & Hammer (2000) compararam a eficácia dos diferentes tipos de saídas de emergência e descobriram que as rampas de solo foram aproximadamente 10 vezes mais eficazes que os portões de sentido único.

Embora as cercas não impeçam todas as passagens de animais, elas impedem os movimentos naturais dos animais entre as áreas de alimentação e a área de reprodução (D'Angelo et al., 2004). As medidas que impedem os animais de se moverem terão, portanto, um impacto negativo no desenvolvimento da população e na diversidade genética animal. Cercas preventivas que atrasam ou impedem movimentos de prevenção podem levar grandes quantidades de animais, como os alces, a se acumularem do outro lado da cerca, o que conduz a um aumento significativo dos danos florestais.

A maioria dos inconvenientes com as cercas pode ser evitada com a construção de passagens suficientemente longas e densas, assegurando os pontos de cruzamentos (pontes e túneis) que costumam atrair animais.

Passagem para travessia com separação de nível: ponte e túnel. Uma passagem em locais onde há um cruzamento (pontes ou túneis) em rodovias cercadas permite que os animais selvagens cruzem a rodovia sem que corram o risco de ser atingidos. Vários estudos apontaram reduções significativas (em 80% ou mais) no número de colisões com animais selvagens após a construção de uma cerca com pla-

no de diferentes oportunidades de passagem (Clevenger, Chruszcz & Gunson, 2001; Ward, 1982). As passagens para travessias localizadas nas rodovias cercadas (sem fendas) não levaram a alterações no quadro de acidentes (Dodd, Gagnon & Schweingsburg, 2003).

O planejamento das diferentes oportunidades de passagem afetam o comportamento dos animais que foram estudados em uma série de pesquisas. Os resultados se resumem da seguinte maneira:

- As passagens de travessias com separação de nível raramente são utilizadas quando o trecho rodoviário é suficientemente cercado (Dodd et al., 2003). Todos os tipos de cruzamentos são mais utilizados quando se encontram em rotas de migração já existentes e geralmente em locais onde houve muitas travessias antes (Bruidenrink & Hazenbroek, 1996). Pontes e túneis são mais usados quando a cerca ao longo da rodovia é projetada para que os animais sejam direcionados para a entrada do túnel ou da ponte (Olbrich, 1984).
- Os túneis são mais utilizados pelos animais do que as pontes (Olbrich, 1984); os ungulados também usam túneis que não foram projetados para animais (Ng et al., 2004). Túneis maiores são mais usados que túneis menores. Recomenda-se que a altura e a largura sejam de 4,5 m (Reed et al., 1975). O comprimento deve ser o menor possível. Gordon e Anderson (2003) descobriram que a largura do túnel é mais importante para a vida selvagem que a altura dos túneis.
- As pontes mais largas são mais utilizadas do que as pontes estreitas; 30 m parece ser uma largura aceitável. É uma vantagem se forem plantados arbustos e árvores na ponte (Olbrich, 1984). As pontes sobre rodovias de tráfego intenso são utilizadas com menos frequência do que as pontes sobre rodovias menos congestionadas.
- As gramíneas são mais populares do que os pisos de concreto tanto em pontes como nos túneis, e as paredes claras são mais populares do que as escuras (Olbrich, 1984). A iluminação dos túneis não tem nenhum efeito (Reed et al., 1975) ou levam os animais selvagens a evitar os túneis (Kruger & Wölfel, 1991).
- Os animais necessitam de certo tempo até se acostumarem a usar túneis e pistas, podendo no primeiro ano adiar o uso por várias semanas (Olbrich, 1984).
- Plantar próximo às entradas dos túneis faz com que as pontes e túneis sejam mais utilizados (Clevenger & Waltho, 2005; Ng et al., 2004; Olbrich,

1984). Colocar alimentação em novos túneis pode encurtar a fase de familiarização (Olbrich, 1984).

Cerca em nível para ungulados: Os impactos da cerca de rapina nos cruzamentos foram examinados por Lehnert & Bissonette (1997). As passagens abertas nos cruzamentos foram marcadas e notificadas com sinais na lateral da rodovia. As cercas nestas passagens foram projetadas para que os animais que cruzassem fossem direcionados a uma passagem demarcada por um leito de cascalho, que tornou o caminho entre a rodovia e a cerca desinteressante para os cervos. Foi encontrada uma redução significativa de 40% (-58; -15) no número de alces atropelados e mortos após a criação das cercas nas passagens de nível. Verificou-se alteração tanto no número de cervos mortos em trechos de controle quanto mudanças em sua população. As portas unidirecionais (saídas de emergência) que ajudariam os animais que ficassem presos entre a cerca e a rodovia ao longo da cerca foram mal utilizadas. Não houve redução de velocidade durante a noite.

Limite de velocidade reduzido: A redução da velocidade pode aumentar a capacidade dos condutores para detectar animais nas rodovias e diminuir a gravidade da colisão. Em uma revisão da literatura feita por Knapp et al. (2004), foram encontrados dois estudos que examinaram a relação entre o limite de velocidade e o número de colisões com animais selvagens. Em um estudo (Gunther, Biel & Robinson, 1998) foram verificadas 50% a menos de colisões com animais selvagens (de todas as espécies) (e intervalos de confiança de 95% (-58; -40)) nos trechos onde o limite de velocidade é de 70 km/h ou inferior em comparação às rodovias onde o limite de velocidade é maior do que no Parque Nacional de Yellowstone. Esse fato não é controlado pelas variações entre as rodovias com diferentes limites de velocidade, sendo que esta diferença se deve a outros fatores que não o limite de velocidade. Em outro estudo (Bertwistle, 1999) foi encontrado um ligeiro aumento no número de colisões com alces nas rodovias cujo limite de velocidade foi reduzido de 90 para 70 km/h em relação às outras rodovias onde o limite de velocidade não foi reduzido. O impacto estimado no número de acidentes é uma redução de 33%. Este estudo foi realizado no Parque Nacional de Jasper. Os resultados são baseados em acidentes em um trecho com controle experimental, com um período de análise de oito anos antes e depois da tentativa de redução do limite de velocidade por trecho. A seção experimental e a de controle são, conforme os autores, comparáveis tanto em relação

às características da rodovia quanto em relação aos volumes de tráfego, e ambas as seções têm boa visibilidade.

A relação entre a velocidade e o número de colisões com alces foi investigada na Suécia por Seiler (2005). A redução da velocidade em 2 km/h é a recomendação deste estudo, que visa reduzir o número de acidentes em 15. Uma redução da velocidade em 10 km/h resultaria em uma redução do número de acidentes em 56%. Este estudo examina uma série de outros fatores, tais como o volume de tráfego, cercas e densidades populacionais de alces.

Iluminação da rodovia: Em um estudo literário (Bruidenrink & Hazenbroek, 1996) foram encontrados outros vários estudos mais antigos onde não havia qualquer correlação entre a iluminação da rodovia e o número de colisões. Um estudo finlandês (Mäkelä & Kärki, 2004) encontrou uma redução do número de acidentes com animais selvagens nas rodovias onde o índice de iluminação era de 6%. A redução é estatisticamente significativa, porém menor que o impacto desta medida em outros tipos de acidentes. Isto é explicado pelo aumento aproximado da população de alces de 36% no período experimental (nem todos os acidentes foram de colisões com alces).

O efeito da iluminação da rodovia em colisões com cervídeos foi examinado por Reed et al. (1977, 1981). Neste estudo, a iluminação da rodovia foi alternadamente ligada e desligada por períodos de uma semana por mais de cinco anos. Para cada período, estimaram-se quantas vezes os ungulados tinham cruzado a rodovia e o número de colisões com ungulados foi registrado. O número de colisões por travessia foi 18% menor quando a iluminação da rodovia foi ligada do que quando esteve desligada para efeitos de comparação. O efeito não é estatisticamente confiável (intervalo de confiança de 95% (-40; 13)). As observações não indicaram que o comportamento do alce foi influenciado pela iluminação da rodovia, quer em termos de números de travessias, quer em locais de passagem. Também não foram encontrados impactos da iluminação da rodovia na velocidade.

Medidas para os veículos

Williams & Wells (2005) analisaram 147 mortes com animais selvagens acontecidas nos períodos entre 2000 e 2002. A maioria eram acidentes com um úni-

co veículo envolvido. Acidentes envolvendo vários veículos foram acidentes onde um animal com vida foi jogado em direção a um veículo ou sempre que um veículo atinge um animal, colidindo com outro veículo após a primeira colisão. Entre todos os condutores mortos, 40% eram motociclistas, embora apenas 2,4% de todos os veículos registrados nos estados eram de motocicletas. O risco de ser morto é, portanto, em torno de 30 vezes maior para os motociclistas do que para os condutores de veículos de passeio (além disso, é preciso levar em conta que a quilometragem é provavelmente muito menor para as motos do que para os automóveis).

Farrell mostrou um estudo detalhado envolvendo acidentes com alces com ferimentos graves (1996) em que as lesões mais graves eram ferimentos na cabeça (70%) ou danos aos ossos do pescoço (26%). Entre os condutores que estavam usando o cinto de segurança, o dano foi menos grave do que entre os condutores que não estavam usando o cinto de segurança.

No estudo de Williams & Wells (2005) foram contabilizados 60% dos condutores mortos em acidentes não relacionados ao cinto de segurança. Entre motociclistas mortos em acidentes envolvendo animais selvagens, 57% não portavam o capacete. Não existem dados sobre a utilização de cintos de segurança e capacetes entre os condutores que não estavam envolvidos em acidentes fatais. No entanto, os autores concluem que o uso de cintos de segurança e capacetes teria reduzido o número de condutores de veículo de passeio mortos e motociclistas. Com base nas experiências de testes de colisão, Gens (2001) concluiu que os cintos de segurança não têm grande potencial para reduzir a gravidade das colisões com alces porque a redução da velocidade normalmente não é grande neste tipo de acidente.

Não foi encontrado nos estudos empíricos como a segurança passiva do veículo impacta as lesões em colisões com animais selvagens.

Silvicultura e manejo de vida silvestre

Derrubada das florestas: As florestas ao longo das rodovias podem obscurecer e, assim, dificultar que os condutores identifiquem os animais nas rodovias. Arbustos, pinheiros jovens e árvores na borda das rodovias são atrativos como pasto para alces e outros ungulados e também podem aumentar o risco de colisões. Esse fato verdadeiro ao longo das ferrovias, onde a maioria dos alces é atingida ao pararem

no trecho. Na rodovia, no entanto, a maioria dos alces colide quando atravessam a via. A limpeza da floresta ao longo das rodovias pode, portanto, reduzir as colisões como efeito da diminuição do número de alces na rodovia.

Em um estudo experimental em Stor-Elvdal (Hedmark) verificou-se que a remoção da forragem (floresta jovem, matagal) ao longo das vias férreas (faixas amplas de 20 a 60 m, principalmente dentro de uma cerca ao longo da linha férrea) e a remoção da alimentação e o acesso à vegetação haviam reduzido as colisões entre alces e trens em cerca de 50% (Andreassen et al., 2005; Storaas et al., 2005). Em outro estudo experimental na Noruega (Jaren et al., 1991), verificou-se uma redução do número de alces que foram atingidos por um trem depois que os arbustos e árvores foram removidos em uma ampla faixa de 20 a 30 m ao longo de uma linha ferroviária.

Vários estudos descobriram que o desmatamento das florestas ao longo das rodovias também pode reduzir o número de colisões (Putman, 1997; Seiler, 2005; Statens vägverk, 1987). Em um estudo experimental na Suécia, as árvores eram podadas em até 3 m acima do solo e até 20 m da beira da rodovia. A iniciativa provou reduzir o número de atropelamentos de animais em cerca de 20%.

Alimentação dos alces no inverno: O inverno atrai muitos alces para florestas em altitudes mais baixas, onde há boa disponibilidade de alimento. Isto leva a um grande aumento na densidade dos alces nas proximidades das rodovias nessas áreas durante o inverno. Estudos em Stor-Elvdal em Hedmark descobriram que fardos de alimentação em áreas de pastagem de inverno podem levar a uma redistribuição dos alces dentro de uma região e, assim, reduzir as colisões com os alces nas rodovias e ferrovias. Quando foi estabelecido um sistema de alimentação interligado com a pista da rodovia, as colisões foram reduzidas em aproximadamente 50% (Storaas et al., 2005). A alimentação neste projeto encontrava-se a mais de 300 metros da rodovia principal. Estudos observacionais mostraram que o alce se hospeda principalmente num raio de algumas centenas de metros ao redor de locais de alimentação e não há nenhuma evidência de que os locais de alimentação levem ao aumento do número de alces em pastagens no inverno (Nysted, 2005). No entanto, verificou-se um prejuízo significativo às árvores tenras num raio de um quilômetro em torno dos locais de alimentação (Gundersen, Andreassen & Storaas, 2004).

Um estudo experimental sobre a alimentação dos veados (Wood & Wolfe, 1988) encontrou uma redução significativa do número de colisões no inverno em 37% (-48; -22). Os resultados foram confirmados por observações que demonstraram que a alimentação levou a um número menor de veados perto da rodovia. O estudo foi realizado durante dois anos. Áreas experimentais (com alimentação) e áreas de controle (sem alimentação) foram substituídas no segundo ano do estudo. É provável que o impacto seja ainda maior quando os mesmos espaços forem utilizados ao longo de vários anos, pois vários animais seguem para onde há alimentação.

Mortes dos alces no inverno: O tamanho das populações de animais selvagens está relacionado com o número de colisões. A maioria das colisões com alces acontece no inverno em habitat de inverno, onde há uma quantidade relativamente grande de alces. Com base em estatísticas de acidentes com alces noruegueses, a correlação entre o número de alces mortos por veículo é de $r = 0,31$. Com base em dados finlandeses permite-se também calcular a correlação entre a população dos alces no inverno com o número de alces mortos no trânsito. A correlação é $r = 0,67$.

A gestão orientada dos alces em pastagens de inverno pode conseguir reduzir o número de colisões dos alces. Um maior enfoque na população de alces (e os danos à floresta) no inverno também seria capaz de criar incentivos e uma melhor base econômica para os proprietários florestais a contribuírem para outras iniciativas que são voltadas para acidentes de trânsito, tais como a alimentação e a facilitação de registros de resíduos. No entanto, não há resultados empíricos dos efeitos de tal estratégia de gestão.

Resumo

Os impactos das medidas contra acidentes com animais selvagens e para a redução de velocidade foram encontrados em estudos empíricos e estão resumidos na tabela a seguir. Os resultados mostram que as medidas “clássicas” (sinais de perigo, espelhos refletores, barreiras, odores e cercas) não têm efeito sobre os acidentes. A razão é que nenhuma dessas medidas alcança os efeitos pretendidos sobre os condutores ou sobre os cervos.

Sinais de alerta temporários e sinais de trânsito eletrônicos têm possivelmente um efeito de redução nos acidentes. É incerto se os efeitos não são apenas de curto prazo.

A medida mais eficaz parece ser uma densa cerca de rapina com diferentes planos de oportunidades de travessia, ou seja, passagens de níveis alternativos. Tais medidas são, no entanto, caras em termos de custos e manutenção de investimentos. Os efeitos dependem da concepção das medidas, tendo em conta as preferências e o comportamento.

Limpendo a floresta ao longo da rodovia pode-se, em certa medida, reduzir o número de colisões envolvendo animais selvagens na rodovia. Efeitos melhores podem ser alcançados em vias ferroviárias.

Medidas mais abrangentes que visam afetar a densidade de animais selvagens próximo das rodovias (alimentação de inverno e caça de inverno) podem reduzir as colisões com os animais selvagens. No inverno, a caça não é avaliada empiricamente.

Impacto na mobilidade

A maioria das medidas contra acidentes envolvendo animais selvagens não afeta a mobilidade dos condutores. Um estudo finlandês (Lehtimäki, 1979) mostrou que a velocidade média nas rodovias com espelho refletor contra animais selvagens é de 2 a 5 km/h superior à das rodovias sem este tipo de ins-

talação. Como o espelho refletor contra animais selvagens não é mais usado, este resultado tem pouco interesse prático hoje.

Limites de velocidade reduzidos levarão a um maior tempo de viagem, como resultado do cumprimento da medida por parte dos condutores.

Cercas reduzem a mobilidade da vida selvagem (ver item abaixo).

O impacto no meio ambiente

Uma série de medidas contra acidentes envolvendo animais selvagens torna mais difícil à vida do animal em relação à travessia das rodovias. Isso se aplica especialmente às cercas: se não forem instaladas simultaneamente, pode haver falha na segurança e propensão à travessia. As medidas que parcialmente ou completamente fecham as rodovias podem ter consequências para as características dos ungulados entre as pastagens (nos verões e em habitat de inverno, por exemplo). Quando determinadas medidas são aplicadas às áreas onde há vida selvagem, a procriação destes animais que habitam tal área diminui, algo que em longo prazo pode afetar adversamente o desenvolvimento da espécie (D'Angelo et al., 2004).

TABELA 1.16.1: OS IMPACTOS DAS MEDIDAS ENVOLVENDO ANIMAIS SELVAGENS SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES E SOBRE A VELOCIDADE. RESUMO DOS RESULTADOS EMPÍRICOS.

	Impacto sobre os acidentes	Efeitos na velocidade	Efeitos em ambientes selvagens
Sinais de perigo	(0) Sem efeito	(0) Sem efeito	
Sinais de alertas temporários	(+) Possível redução; menos impacto no longo prazo	(0) Sem efeito	
Sinais de alerta eletrônicos		(+) Velocidade reduzida em condição de chuva	
Espelho refletor	(0) Sem efeito	(-) Possível efeito	(0) Sem efeito
Barreira de odores	(0) Sem efeito		(0) Possível breve efeito dissuasivo
Cercas	(0) Sem efeito		(-) Impedimento de movimentos geográficos
Passagem para travessia com separação de nível (ponte e túnel)	(+) Redução (-80%)		(+) Reduz o efeito negativo das cercas sobre a possibilidade de movimentos geográficos
Cerca com passagens de nível	(+) Redução (-40%)		(+) Reduz o efeito negativo das cercas sobre a possibilidade de movimentos geográficos
Limites de velocidade reduzidos	(+) Redução	(+) Redução	
Iluminação das rodovias	(+) Redução	(-) Possível aumento	(0) Sem efeito
Uso dos cintos de segurança	(+) A redução da extensão dos danos	(0) Sem efeito	
Limpeza da floresta	(+) Redução		(+) Estadias menores em áreas desmatadas
Alimentação dos alces no inverno	(+) Redução		(+/-) Redistribuição da pastagem dos alces no inverno
Caça aos alces no inverno	(+) Possíveis reduções (não testadas empiricamente)		(+) Redução da população nas pastagens de inverno

Por outro lado, as rodovias sem medidas também afetam a vida selvagem. Rodovias com um volume de tráfego de mais de 4.000 veículos por dia podem ser consideradas como um obstáculo, e rodovias com um volume de tráfego de mais de 10.000 veículos por dia podem ser consideradas como uma barreira (ou seja, praticamente todos os animais que cruzam são atingidos; Olsson, 2007).

Outras medidas podem ser plantio ou remoção da vegetação (ao longo das bordas da rodovia), alterando, assim, a paisagem. As medidas destinadas à gestão da vida selvagem e da silvicultura podem envolver o uso ou aquisição de florestas ou propriedades privadas (como o desmatamento de florestas ao longo das rodovias).

As medidas que afetam as populações de animais selvagens ou a distribuição geográfica dos animais podem levar ao aumento ou à redução dos danos florestais de pastagem. Pode-se esperar que a redução específica das populações de alces e outros ungulados reduza os danos às florestas. A alimentação de inverno e as cercas podem levar ao aumento dos danos florestais em virtude dos animais que pastam em áreas concentradas.

Custos

Os custos de diferentes medidas contra acidentes envolvendo animais selvagens são apresentados na tabela 1.16.2. O custo dos projetos rodoviários é proveniente da Statens vegvesen (2005, Håndbok 115, utkast).

Lehnert & Bissonette (1997) estimaram que o custo de instalação das passagens de nível está aproximadamente entre NOK 75.000 e 140.000 (USD 15.000 – 28.000 em 1997). Os custos para a construção de um túnel sob as rodovias existentes estão estimados entre NOK 460.000 e 856.000 (USD 92.000 – 173.000).

Avaliações de custo-benefício

Não houve nenhuma análise do custo-benefício das medidas específicas contra acidentes envolvendo animais selvagens, já que ambos os custos e os efeitos são em grande parte dependentes das condições e concepção das medidas locais. Em vez disso, calculou-se o quanto pode ser investido em medidas preventivas, sem que os custos da medida superem os benefícios. Os exemplos só levam em conta os benefícios em termos de menos acidentes.

Os custos dos danos para um acidente com prejuízo médio envolvendo animais é de aproximadamente NOK 2 mil (em 2007). Isso se aplica a todas as colisões de animais em que pelo menos uma pessoa se machuque.

Estima-se que os custos dos danos (apenas os relacionados às lesões) em colisões com alces e outros ungulados sejam os seguintes:

- NOK 156.121 por colisão com alces
- NOK 12.896 por colisão com outros cervídeos

Isso se aplica a todas as colisões em que o animal é morto, e se uma pessoa realmente se machucou ou não. Os custos são estimados sob as seguintes condições: o risco de ser morto ou muito gravemente ferido é 50 vezes maior em uma colisão com um alce do que em uma colisão com outros ungulados; o risco de ser pouco ou gravemente ferido é sete vezes maior em uma colisão com um alce do que em uma colisão com outros ungulados (ver o item Problema e finalidades). As razões são consistentes com os resultados de outros estudos (Almkvist et al., 1980; nos Estados Unidos, o Centers for Disease Control and Prevention, 2006; Messelt, 1994), que consideram que a maioria dos outros ungulados que sofrem acidentes na Noruega é composta de cervídeos.

TABELA 1.16.2: OS CUSTOS PARA MEDIDAS CONTRA ACIDENTES ENVOLVENDO ANIMAIS SELVAGENS.

Medidas	Custo unitário (NOK 2005)
Os projetos rodoviários	
Instalação de “sinalização de alerta”	2.000 – 5.000
Instalar cercas de rapina, por metro de cerca	250 – 300
Passagem para travessia (com 4 colunas de iluminação + energia) por passagem	100.000
Limpeza de trechos, por km de rodovia	40.000
Manutenção anual de limpeza das florestas, por km de rodovia	4.000
Limpeza dos cruzamentos e arredores	10.000
Remoção de bancos de neve	NOK 400-1.000 por km de rodovia

Além do custo relatado, têm-se os danos materiais com veículos e despesas administrativas em acidentes sem vítimas. A perda de valor relacionada aos alces mortos (perda de receita com a venda e caça de carne) também deve ser considerada. Os custos de administração com colisões de alces é provavelmente maior do que em outros acidentes (incluindo custos relacionados remoção de animais feridos e de cadáveres).

Com base nesses números, estimam-se os custos dos danos com colisões de alces em uma rodovia com um dado número de colisões. Em um trecho de 100 quilômetros, tem-se uma média de 0,29 colisão de alce por quilômetro ao ano. O prejuízo anual esperado pode ser de cerca de NOK 4,5 mil ou NOK 45.000 por quilômetro ao ano. Isso só inclui os custos dos danos em acidentes, sem contar os custos adicionais para as organizações de gestão de vida selvagem e os danos aos próprios alces. Medidas que reduzem as colisões dos alces em 50% podem custar em média NOK 2,25 milhões ao ano, ou NOK 27.500 por quilômetro, sem ser inútil do ponto de vista social. As medidas podem custar mais do que isso quando se levam em conta todos os custos econômicos relacionados aos acidentes com alces.

Os efeitos das medidas contra acidentes envolvendo animais selvagens não consideraram, entre outros, as mudanças de escopo e a distribuição geográfica dos danos florestais, o desenvolvimento de populações de animais selvagens e as oportunidades de caça. Os benefícios econômicos dos alces incluem receitas de vendas de caça e carne, enquanto os custos relacionados aos alces incluem danos florestais, como a luta contra os danos às florestas e acidentes em rodovias e ferrovias. A utilidade e os custos são, porém, muito desigualmente distribuídos entre os diferentes grupos de tais proprietários florestais, tanto em habitat de inverno quanto de verão, aos condutores e a sociedade.

Tem-se a análise do custo-benefício das várias medidas contra acidentes com alces em uma nova parcela da Estrada 35 em Romeriksåsen Akershus (Mysen, 1996), que mostrou que medidas de limpeza, cercas selvagens e locais de travessias eram apenas medidas rentáveis nos lugares onde o número esperado de acidentes com alces ao ano foi particularmente alto, ou seja, mais do que cerca de 0,1 por quilômetro de rodovia ao ano.

Lehnert & Bissonette (1997) calcularam que a instalação das cercas de rapina em cruzamentos tem maior benefício que os custos gerais em aproximadamente 6 anos. Esse dado se baseia em uma perda

de aproximadamente NOK 12.000 por colisão envolvendo animais selvagens (veados mortos e danos aos veículos). As lesões não são levadas em conta.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As medidas de iniciativa contra acidentes envolvendo animais selvagens são tomadas pelas autoridades rodoviárias. As informações sobre acidentes com cervos foram coletadas do registro de cervídeos (www.hjortevilt.no).

Requisitos e procedimentos formais

Não foram projetadas políticas públicas para o uso das várias medidas contra os acidentes envolvendo animais selvagens. Normas para a notificação de animais na pista são encontradas nas normativas sobre sinalização (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2007). Antes que o sinal de alerta de animais selvagens seja acionado, devem-se consultar as autoridades rodoviárias no município. Para medidas como o desmatamento e a construção de cercas de animais selvagens em terras privadas, o proprietário da terra deve ser contatado e dar o consentimento por escrito para a iniciativa. Os proprietários das terras devem ser ressarcidos pelo valor da produção perdida.

Responsabilidade pela execução da medida

As decisões sobre as medidas para reduzir os acidentes rodoviários com animais selvagens são tomadas pelas autoridades das estradas estaduais, rodovias, municípios e vias privadas. Isto se aplica aos sinais de alerta de perigo selvagem, cercas de rapina, limpeza, visibilidade e quaisquer outras medidas com o mesmo propósito. Para as vias municipais, têm-se as decisões do município.

A caça anual permite que os cervos sejam dados pelo município, enquanto que a Direção dos Serviços de Gestão da Natureza podem autorizar a retirada de animais fora dos horários regulares de caça.

Os custos das medidas contra acidentes envolvendo animais selvagens cobrem as despesas rodoviárias em geral, ou seja, pela rodovia estadual, distrital, pelo município ou então pelo conselho de vias municipais.

1.17 MEDIDAS EM CURVAS HORIZONTAIS

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2006

Problema e finalidades

Durante a condução em uma rodovia, o condutor tem certa expectativa da via adiante, baseando-se no alinhamento que experimenta a cada momento. Quando a via é predominantemente reta, o condutor não espera que de repente apareça uma curva fechada. Quando a via é curva, o condutor prepara-se para que a via, também em sua continuação, tenha muitas curvas.

Desenvolveu-se um programa (EDB) para identificar curvas inesperadas (Amundsen & Lie, 1984). Ele se chama URF, a sigla para *UtforkjøringsRisikoFaktor*, ou “fator de risco de saída de pista”. A avaliação URF de uma curva depende da intensidade de seu fator surpresa, da largura da rodovia no trecho e da inclinação da rampa. O fator surpresa da curva depende de quão grande é a mudança de velocidade, do raio da curva e do perfil longitudinal em comparação com os valores médios dessas grandezas para outros trechos da via. Para uma descrição mais detalhada do modelo URF, refere-se ao relatório *Utforkjøring kan begrenses* (Amundsen & Lie, 1984). O programa URF é usado por vários departamentos viários para identificar curvas inesperadas e corrigi-las (Eick & Vikane, 1992; Eriksen, 1993; Stigre, 1993B).

Curvas fechadas em vias predominantemente retas representam alto risco de acidentes. Uma estimativa do risco de acidentes em curvas que foram designadas como inesperadas pelo programa URF mostra que o número de acidentes nessas curvas é maior quando elas estão em trechos com poucas curvas semelhantes. O número de acidentes com vítimas por milhão de veículos-km em um número de diferentes curvas por quilômetro de via foram:

- 0,54 em até 0,25 curva por km;
- 0,48 em 0,26 a 0,50 curva por km;
- 0,20 em 0,51 a 0,75 curva por km;
- 0,16 acima de 0,75 curva por km.

O risco de acidentes em curvas inesperadas é mais de 3 vezes maior quando há menos de 0,25 curva por quilômetro do que quando há mais de 0,75 curvas por quilômetro de via. Pesquisas do impacto da consistência geométrica e da classe de alinhamento mostraram o mesmo. Quanto mais longo o trecho reto antes da curva, maior o risco de acidente nas curvas, de modo que o efeito é maior para as curvas fechadas.

Na Noruega, aproximadamente um terço de todos os acidentes com vítimas em vias rurais registrados na polícia acontecem em curvas. Quase todos os acidentes que acontecem em curvas são acidentes com saída de pista ou colisões frontais entre veículos (Elvik e Muskaug, 1994).

Nem sempre é possível melhorar curvas fechadas. Deve-se, então, buscar diminuir o risco de acidentes em curvas fechadas ou abruptas de outras maneiras. As medidas em curvas horizontais têm como finalidade alertar para essas curvas e mostrar seu desenvolvimento o mais claramente possível.

Descrição da medida

Entre as medidas em curvas horizontais, estão incluídas as medidas de alerta e a linha óptica, que preparam os usuários para uma curva e tornam seu percurso mais claro. Isso inclui:

- placas de perigo antes da curva;
- alerta de curva como ponto de acidente;
- marcações de direção ou de fundo da curva;
- pintura nas barreiras de proteção na curva;
- velocidade recomendada na curva (sempre combinada com placas de perigo);
- redução do limite de velocidade.

Não há nenhum panorama nacional sobre a difusão destas medidas em relação às curvas na Noruega. No período entre 1984 e 1989, foram colocadas marcações de direção e de fundo em um total de 721 curvas em vias nacionais e provinciais de Hordaland (Eick & Vikane, 1992), Akershus (Eriksen, 1993) e Vestfold (Stigre, 1993B). Além disso, as barreiras de proteção foram pintadas em 107 curvas rodoviárias em Akershus (Eriksen, 1993).

As placas de perigo foram colocadas em cerca de 4.650 de um total de 38.000 curvas em vias nacionais na Noruega. A tabela 1.17.1 mostra em quantas curvas, com diferentes raios, foram colocadas placas (fonte: Sakshaug, 1998).

Várias outras medidas que podem ser introduzidas em curvas estão descritas em outros capítulos do Manual de Segurança Viária:

- medidas que afetam a seção transversal viária (alargamento) como Melhoria da seção transversal das vias;

TABELA 1.17.1: CURVAS COM PLACA DE PERIGO EM VIAS NACIONAIS NA NORUEGA.

Raio (m)	Número de curvas	Número de curvas com placa	Porcentual de curvas com placa
Até 50	670	400	0.60
50-100	4030	2015	0.50
100-200	12350	1850	0.15
200-300	9920	300	0.03
300-400	5460	55	0.01
400-500	3120	30	0.01
acima de 500	2450	0	0.00
Total	38000	4650	0.12

- a melhoria do terreno na lateral da via como Melhoria do terreno na lateral das vias;
- medidas que afetam o alinhamento da via (ajuste do perfil e curva de transição) como Melhoria do alinhamento e da visibilidade das vias;
- a colocação de barreiras de proteção ao longo da via como Barreiras de proteção e atenuadores de impacto;
- os impactos de postes delineadores com dispositivos retrorrefletores e tachas refletivas sobre os acidentes.

Eick & Vikane, 1992; (Noruega)
 Eriksen, 1993; (Noruega)
 Giæver, 1999; (Noruega)
 Hammer, 1969; (EUA)
 Kølster Pedersen et al., 1992; (Dinamarca)
 McCamment, 1959; (EUA)
 Rutley, 1972; (Reino Unido)
 Schanderson, 1982; (Suécia)
 Statens vegvesen, 1983; (Noruega)
 Stigre, 1993 (Noruega) e
 Tamburri, Hammer, Glennon & Lew 1968 (EUA)

A tabela 1.17.2 contém informações sobre as alterações no número de acidentes como consequência de diferentes medidas.

Impacto sobre os acidentes

A avaliação do impacto nos acidentes é baseada nas seguintes pesquisas:

Placa de perigo: o alerta de curva com placas de perigo parece reduzir os acidentes em 10-30%. As

TABELA 1.17.2: IMPACTOS NOS ACIDENTES DE MEDIDAS EM CURVAS HORIZONTAIS. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO ÍNDICE DE ACIDENTE. FONTE: TØI.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Alertas de curva com placas de perigo			
Acidentes com vítimas	Acidentes em curvas	-30	(-73; +84)
Acidentes com danos materiais	Acidentes em curvas	-8	(-60; +108)
Alertas de curva com placas e sinalização horizontal de perigo			
Acidentes com vítimas	Acidentes em curvas	-33	*
Sinalização horizontal de direção e de fundo em curvas			
Acidentes com vítimas	Acidentes em curvas	-21	(-52; +8)
Acidentes com danos materiais	Acidentes em curvas	-18	(-44; +21)
Acidentes com vítimas	Todo o trecho afetado	+8	(-3; +20)
Barreira de proteção pintada nas curvas			
Acidentes com vítimas	Acidentes em curvas	-38	(-61; -2)
Acidentes com danos pessoais	Todo o trecho afetado	+42	(+18; +72)
Velocidade recomendada nas curvas			
Acidentes com vítimas	Acidentes em curvas	-13	(-22; -2)
Acidentes com danos materiais	Acidentes em curvas	-29	(-50; -0)

* Nível de 10% de significância estatística.

mudanças no índice de acidentes apresentadas não são estatisticamente confiáveis.

Giæver (1999) examinou o impacto das placas de perigo em pontos de acidente em 19 curvas especialmente propensas a acidentes e que foram sinalizadas no ponto de ocorrência dos acidentes entre 1986-1994. Foi encontrada uma diminuição de 33% (com um nível de significância de 10%). Houve controle do efeito da regressão para a média para ambos, tráfego e acidentes.

Pintura da barreira de proteção e sinalização horizontal de continuidade da curva: os impactos da pintura de barreira de proteção e sinalização horizontal direcional e de fundo nos acidentes foram pesquisados em uma série de pesquisas mais antigas, de 1993 em diante. Os resultados sugerem que tanto a sinalização horizontal direcional e de fundo quanto a pintura das barreiras de proteção reduzem os acidentes com vítimas nas curvas em que as medidas foram implementadas. As pesquisas norueguesas foram novamente analisadas com controle da regressão para a média no índice de acidentes. Na pesquisa realizada por Tamburri et al. (1968), a sinalização horizontal da direção e do fundo reduziu o número de acidentes somente em curvas com um raio menor que 150 m. Em curvas com raio maior, o risco de acidente aumentou.

Segundo a literatura (Lyles & Taylor, 2006), a sinalização horizontal da direção e do fundo leva a um aumento da velocidade e a menos acidentes e faz com que os condutores mantenham uma distância maior da linha lateral. Os impactos nos acidentes são maiores à noite, em curvas acentuadas e em combinação com sinalização horizontal da linha lateral.

Uma possível objeção às medidas para curvas inesperadas e/ou particularmente fechadas é que elas só transferem os problemas de acidentes para outras curvas. Nas pesquisas norueguesas sobre sinalização horizontal direcional ou de fundo em curvas (Eick e Vikane, 1992; Eriksen, 1993; Stigre, 1993B) as alterações no número de acidentes nos trechos designados das curvas com marcações também foram pesquisados. Nos trechos onde as curvas inesperadas foram marcadas com indicações de direção e fundo, o índice de acidentes aumentou 8%. Em seguida, foi levado em consideração o desenvolvimento do número de acidentes com saída de pista e colisões frontais no mesmo período em todo o país. O aumento não era estatisticamente confiável. Em trechos onde as barreiras de proteção foram pintadas,

em certas curvas o índice de acidentes aumentou 42%. Este aumento era estatisticamente confiável. Estes números podem ser uma tendência ao aumento dos acidentes em outras partes dos trechos cujas curvas mais inesperadas foram melhoradas. É preciso também mais pesquisas e que elas sejam mais aprofundadas antes que isso possa ser determinado com certeza.

Lamm et al. (2000) pesquisaram os impactos das placas de sinalização em curvas horizontais em combinação com as marcações. Na pesquisa foram incluídos 723 acidentes em 212 trechos viários em área rural. A sinalização horizontal e a colocação de placas foram divididas em três categorias:

- nível 1, sinalização horizontal: linha central e linha lateral (não foi incluída a sinalização horizontal com sonorizadores);
- nível 2, sinalização horizontal e colocação de placas: placas de alerta, sinalização horizontal de fundo com no máximo 3 símbolos de setas;
- nível 3, sinalização horizontal e colocação de placas fora do nível 2, por exemplo, sinalização horizontal de fundo com mais de 3 setas.

Mostrou-se que o impacto da largura da via, do raio da curva e do grau de transição (curvature change rate, CCR) no risco de acidentes é maior nos níveis 2 e 3. Isso pode ser o resultado do fato de a colocação de placas e marcações ter ocorrido em curvas com mais acidentes. Não houve controle para velocidade e não se mencionou até que ponto os resultados são estatisticamente confiáveis.

Velocidade recomendada: o impacto da velocidade recomendada nos acidentes foi pesquisado por McCammet (1959), Hammer (1969) e Rutley (1972). Não foram encontradas pesquisas mais recentes que pudessem ser incluídas na meta-análise. A colocação de placas de velocidade sugerida nas curvas reduz o número de acidentes com vítimas em 13% (-22; -2) e os acidentes com danos materiais em 29% (-50; -0). Pode parecer um tanto surpreendente que aparentemente tenha-se encontrado maior diminuição de acidentes com danos materiais do que de acidentes com vítimas, mas a diferença no impacto dos dois tipos de acidentes não é estatisticamente muito significativa. É importante que as placas que mostram a velocidade recomendada sejam realistas e não recomendem uma velocidade que a maioria dos motoristas achem muito baixa. O estudo britânico (Rutley, 1972) pôs ênfase em evitar-se a colocação de placas com uma velocidade recomendada

irrealisticamente baixa, mas houve pouco efeito da velocidade recomendada na velocidade média. Descobriu-se que a velocidade recomendada realista era próxima ou acima da velocidade que os condutores realizavam previamente. As placas não tiveram, portanto, nenhum outro impacto senão verificar a precisão da velocidade que os motoristas já haviam escolhido antes de as placas serem colocadas.

As pesquisas sobre os impactos da velocidade recomendada no nível médio de velocidade são inconsistentes (Lyles & Taylor, 2006). Algumas pesquisas não encontraram nenhuma relação entre a velocidade recomendada e a velocidade média; outras pesquisas encontraram uma redução na velocidade. Rutley (1972) encontrou uma velocidade reduzida em curvas que receberam placas com velocidade recomendada de aproximadamente 25 km/h, 30 km/h ou 50 km/h, e uma velocidade aumentada em curvas onde outras velocidades foram recomendadas.

Uma pesquisa da Nova Zelândia (Koorey et al., 1998) mostrou que a velocidade média em curvas foi por volta de 5 km/h mais alta quando a velocidade recomendada foi de 50 km/h e 20 km/h mais alta do que para a velocidade recomendada de 70 km/h. Badeau et al. (1998) explicam que a falta de efeito das recomendações sobre a velocidade é muito consistente e tem pouco a ver com o quão rápido se pode conduzir/quão perigosa seja a curva. Uma adaptação da velocidade recomendada para a real não é recomendável, já que a maioria dos condutores espera que seja seguro conduzir acima da velocidade recomendada em curvas.

Juntos, estes resultados indicam que o impacto da velocidade recomendada sobre a velocidade de condução é pequeno e dependente das expectativas que os condutores têm sobre a relação entre nível

de velocidade recomendada e a forma da curva. O impacto nos acidentes parece ser maior e positivo. Uma possível explicação é que as recomendações levam a um aumento da atenção e, por isso, a um risco de acidentes reduzido.

Diminuição do limite de velocidade: o impacto da diminuição do limite de velocidade nos acidentes pode ser calculado com o modelo de potência baseado no impacto na velocidade (Elvik, Christensen & Amundsen, 2004). A redução da velocidade é geralmente menor que a redução do limite de velocidade. As pesquisas com medições de velocidade antes e depois de os limites de velocidade serem diminuídos mostram que a diminuição média da velocidade de condução por meio da redução do limite de velocidade pode ser calculada como uma função linear do limite de velocidade antes e depois da redução: alteração da média de velocidade = (limite de velocidade depois - limite de velocidade antes) * 0,2525 + 1,2204. Os impactos da diminuição do limite de velocidade foram calculados com o modelo de potência, com base na alteração estimada da velocidade.

Como mostrado na tabela 1.17.3, pode-se esperar que a diminuição do limite de velocidade leve a reduções significativas no número de acidentes com vítimas. Os efeitos esperados sobre os acidentes fatais foram maiores que os efeitos esperados sobre os acidentes com feridos. Estes resultados são, entretanto, puramente hipotéticos. É possível que tenha havido efeitos de interação e que o impacto sobre a velocidade e os acidentes, por exemplo, seja dependente do raio da curva, da visibilidade ou de outras características da curva. Os resultados das pesquisas acerca do impacto sobre a velocidade pressupõem que o impacto das alterações no limite de velocidade sobre a velocidade seja maior e mais consistente que a sinalização de uma velocidade recomendada.

TABELA 1.17.3: IMPACTO DA DIMINUIÇÃO DO LIMITE DE VELOCIDADE NOS ACIDENTES (CALCULADOS COM MODELO DE POTÊNCIA). VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Alteração do limite de velocidade	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
De 70 para 60 km/h	Acidentes fatais	-18	(-12; -23)
	Acidentes com vítimas	-10	(-7; -14)
De 60 para 50 km/h	Acidentes fatais	-20	(-14; -26)
	Acidentes com vítimas	-12	(-8; -16)
De 50 para 40 km/h	Acidentes fatais	-24	(-17; -31)
	Acidentes com vítimas	-14	(-10; -19)
De 50 para 30 km/h	Acidentes fatais	-38	(-27; -47)
	Acidentes com vítimas	-23	(-16; -30)

Impacto na mobilidade

As medidas em curvas que melhoram o alinhamento ou a distância da visibilidade e que simplificam os requisitos e o posicionamento lateral do veículo geralmente levam a uma velocidade mais alta. A isso se aplicam os alargamentos, os delineadores de borda, o aumento do raio da curva e a redução do comprimento da tangente. Dependendo de o quão verossímil a velocidade recomendada for, ela leva a uma redução da velocidade. A redução no limite de velocidade geralmente reduz a velocidade. Não se tem conhecimento de como a combinação de várias medidas afeta a velocidade. Pode-se considerar que as reduções de velocidade afetam a mobilidade apenas marginalmente, já que as medidas afetam a velocidade apenas em um trecho curto.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos referentes aos impactos no meio ambiente das medidas discutidas neste capítulo. Considera-se que eventuais impactos em termos de ruído e poluição, por exemplo, sejam muitos pequenos.

Custos

Em Hordaland, foram colocadas 1.289 placas em 564 curvas entre 1987 e 1989. O custo total da colocação das placas foi de NOK 2.142.400 (Eick e

Vikane, 1992), ou seja, uma média de NOK 3.800 por curva sinalizada. Em uma pesquisa similar em Vestfold (STIGR 1993b), foi calculado um custo total para as placas de 36 curvas em NOK 935.000, ou seja, uma média de cerca de NOK 26.000 por curva. Ao todo, foram colocadas 259 placas em 36 curvas, ou seja, mais placas por curva que em Hordaland.

Em média, pode-se estimar que os custos da sinalização de curvas, das placas de velocidade recomendada e da sinalização horizontal de direção e de fundo varie entre NOK 5.000 e NOK 30.000 por curva, dependendo do número de placas instaladas.

Avaliações de custo-benefício

Elaborou-se um exemplo de cálculo referente à sinalização horizontal de direção e de fundo em uma curva combinado com placas de velocidade recomendada. Presume-se que o número de mortes seja reduzido em 29%; o número de feridos graves, em 23%, e o número de feridos leves, em 16%. Supõe-se que a velocidade seja reduzida de 55 km/h para 50 km/h. Os custos de investimento das medidas é estimado em aproximadamente NOK 0,035 bilhão por quilômetro. As razões de custo-benefício para vias com diferentes VDMA são mostradas na figura 1.17.1. O exemplo de cálculo mostra que a medida URF pode ser rentável em vias com VDMA acima de 500 veículos.

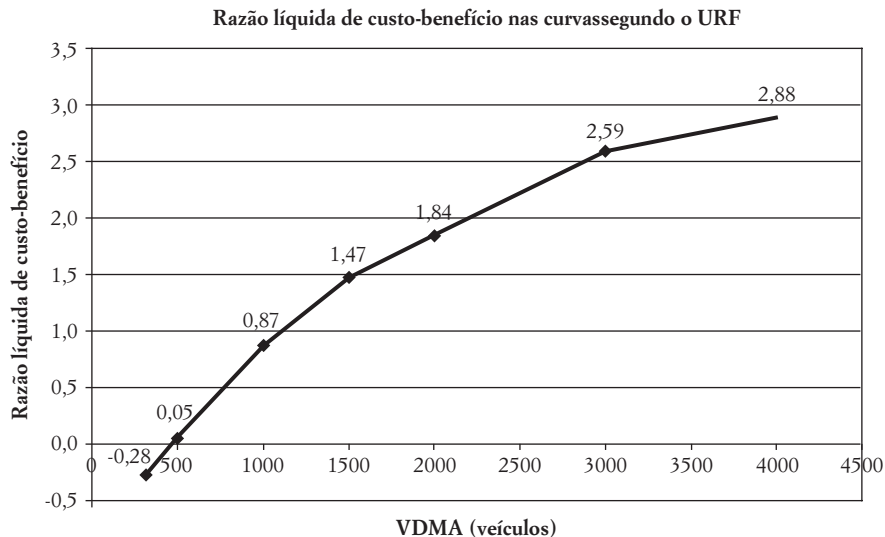


Figura 1.17.1: Razão de custo-benefício líquida para medidas URF em curvas (velocidade recomendada e sinalização horizontal de direção e fundo).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para as medidas apresentadas neste capítulo são essencialmente tomadas pelas autoridades viárias com base no número de acidentes registrado se/ou na aplicação do programa URF em determinados trechos viários.

Requisitos e procedimentos formais

O Manual 050 Placas de trânsito (2009) fornece os critérios para sinalização com placas de perigo, para a sinalização horizontal de direção e de fundo e para a instalação de placas com velocidade recomendada em curvas. A colocação de placas deve seguir as normas de placas. As medidas apresentadas nesta seção podem comumente ser implementadas na área viária existente e não exigem que seja desenvolvido nenhum plano de regulamentação ou algum outro plano em conformidade com o Planejamento e Lei da Construção Civil.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tem autoridade para a sinalização viária de vias federais, estaduais, municipais e privadas. Para as vias municipais, é a autoridade máxima do trânsito no município ou o gerente técnico autorizado que resolve sobre a colocação de placas. Os custos das placas de trânsito são cobertos como despesas viárias, ou seja, pelo governo federal para vias federais, pelo governo estadual para vias estaduais e pelo município para vias municipais.

1.18 ILUMINAÇÃO VIÁRIA

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2006

Problema e finalidades

A maioria das informações que os usuários recebem e utilizam no trânsito é visual. As condições visuais têm, por isso, grande importância no nível de segurança de uma viagem. Durante a noite, é muito mais difícil que os olhos percebam contrastes, detalhes e movimentos que à luz do dia. Por isso, o risco de acidentes, entre outros even-

tos, é maior à noite que à luz do dia para todos os grupos de usuários. Para veículos motorizados, o risco de acidentes à noite é aproximadamente entre 1,5 e 2 vezes maior que à luz do dia (OECD, 1979; Vaaje, 1982; Bjørnskau, 1993). O risco de acidentes à noite aumenta mais consideravelmente para condutores jovens que para os de outras faixas etárias (Massie, Campbell e Williams, 1995). O risco de acidentes à noite também é maior para pedestres, se comparado ao risco para os ocupantes de veículos.

Cerca de 35% de todos os acidentes com vítimas registrados na polícia acontecem ao anoitecer ou à noite. A taxa é a mesma fora dos trechos urbanos. A taxa de acidentes à noite é maior para acidentes envolvendo pedestres e saídas de pista (Elvik e Muskaug, 1994). Aproximadamente de 20 a 25% do tráfego ocorre à noite. Segundo uma pesquisa americana (Griffith, 1994), aproximadamente 25% do trânsito ocorre à noite, ao passo que 50% dos acidentes fatais ocorrem no mesmo período. Mäkelä & Kärki (2004) estimaram, com base em diversas pesquisas, que o risco para acidentes com vítimas é aproximadamente 1,5 vez maior à noite do que à luz do dia. Acidentes no escuro também são mais graves. O risco de acidentes mais elevados à noite pode, em parte, ser explicado pelas condições visuais. Outros possíveis fatores que podem contribuir para o aumento do risco de acidentes são, entre outros, o nível de álcool no sangue, a fadiga, o excesso de velocidade, a menor taxa de condutores e passageiros que utilizam o cinto de segurança e as próprias condições viárias.

A iluminação reduz o risco de acidentes à noite por tornar mais fácil a percepção da via, de outros usuários e do entorno mais imediato. Outras finalidades da iluminação viária incluem tornar menos desconfortável conduzir à noite e prevenir a criminalidade.

Descrição da medida

Como iluminação viária entende-se toda a iluminação artificial de rodovias, vias, interseções e passagens de pedestres. A iluminação em túneis é tratada no capítulo 1.19. Em cidades e urbanizações é mais ou menos comum que a rede viária seja relativamente bem iluminada. Fora das cidades e urbanizações, há poucos trechos viários iluminados. Quanto às vias federais, aproximadamente 6.900 km eram iluminados em 2005.

Ao todo, o comprimento de vias iluminadas para todas as vias públicas na Noruega é de aproximadamente 15.000-20.000 km, sendo que a rede viária pública tem em torno de 90.000 km. Nas vias federais, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega calculou em 1985 que 60% da iluminação era insatisfatória, pois não cumpria os requisitos das normas viárias para os níveis e uniformidade da iluminação (Samferdsels-departementet, stortingsmelding 58, 1984-85). Desde então, houve muita melhoria na iluminação das vias federais, de modo que a taxa de insatisfação é mais baixa hoje em dia. Os números exatos não estão disponíveis.

Segundo as novas normas viárias (Håndbok 017 Veg- og gateutforming), o nível de luz deve ser reduzido na malha viária que tenha apenas tráfego motorizado. O nível de iluminação deve ser maior em zonas de conflito, tais como as interseções e os locais de travessia de pedestres e ciclistas. O nível de iluminação mais baixo leva à redução do consumo de energia e, conseqüentemente, dos custos.

Em 2002 foram levantadas informações dos municípios sobre o uso de medidas de segurança viária (Elvik e Rydningen, 2002). Foram recebidas informações de 14 municípios sobre 42 projetos, com um total de 144 km correspondentes à instalação de iluminação viária em vias previamente sem iluminação. As informações referiam-se a projetos que foram realizados ou planejados ao longo de um período de 4 anos. Com a correção da deficiência de iluminação, de acordo com relatórios de 5 municípios, pode-se estimar que o comprimento de instalação de nova iluminação viária nas vias federais foi de 50 km ao ano. Não há nenhuma informação sobre a quantidade de iluminação instalada em vias estaduais e municipais, nem sobre o comprimento da iluminação instalada ou aprimorada anualmente.

Impacto sobre os acidentes

Iluminação de vias previamente não iluminadas

Foram realizadas muitas pesquisas referentes ao impacto sobre os acidentes da iluminação em vias previamente não iluminadas. Os números aqui demonstrados foram calculados a partir das seguintes pesquisas:

Seburn, 1948 (EUA);
Tanner e Christie, 1955 (Grã-Bretanha);

Borel, 1958 (Suíça);
Tanner, 1958 (Grã-Bretanha);
Taragin e Rudy, 1960 (EUA);
Billion e Parsons, 1962 (EUA);
Christie, 1962 (Grã-Bretanha);
Ives, 1962 (EUA);
Transportforskningskommissionen, 1965 (Suécia);
Christie, 1966 (Grã-Bretanha);
Institute of Traffic Engineers, 1966 (EUA);
Tamburri, Hammer, Glennon e Lew, 1968 (EUA);
Cleveland, 1969 (EUA);
Tennessee Valley Authority, 1969 (EUA);
Walthert, Mäder e Hehlen, 1970 (Suíça);
Fisher, 1971 (Austrália);
Jørgensen e Rabani, 1971 (Dinamarca);
Box, 1972A (EUA);
Cornwell e Mackay, 1972 (Grã-Bretanha);
Perón, 1972 (Austrália);
Sabe e Johnson, 1973 (Grã-Bretanha);
Austin, 1976 (Grã-Bretanha);
Leminski e Wortman, 1976 (EUA);
Walker e Roberts, 1976 (EUA);
Andersen, 1977 (Dinamarca);
Fisher, 1977 (Austrália);
Ketvirtis, 1977 (Japão, EUA);
National Board of Public Roads and Waterways, 1978 (Finlândia);
Polus e Katz, 1978 (Israel);
Jørgensen, 1980 (Dinamarca);
Brüde e Larsson, 1981 (Suécia);
Schwab, Walton, Mounce e Rosenbaum, 1982 (vários países);
Brüde e Larsson, 1985 (Suécia);
Lamm, Klöckner e Choueiri, 1985 (Alemanha);
Brüde e Larsson, 1986 (Suécia);
Cobb, 1987 (Grã-Bretanha);
Box, 1989 (EUA);
Griffith, 1994 (EUA);
Jacoby & Pollard, 1995 (Grã-Bretanha);
Bauer & Harwood, 2000 (EUA);
Hogema & Van der Horst, 1998 (Países Baixos);
Painter, 1998 (Grã-Bretanha);
Preston, 1999 (EUA);
Preston e Schoenecker, 1999 (EUA);
Isebrands et al., 2004 (EUA);
Mäkelä & Kärki, 2004 (Finlândia);
Helai et al.2007;(Cingapura)
Wanvik, 2007A (Noruega);
Wanvik, 2007B (Países Baixos) e
Wanvik, 2007C (Suécia).

A tabela 1.18.1 fornece as melhores estimativas do impacto da iluminação em vias previamente não iluminadas com base nestas pesquisas.

TABELA 1.18.1: IMPACTO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes à noite em todos os tipos de vias			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-60	(-62; -57)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes ¹	-14	(-23; -4)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-16	(-23; -10)
não especificada	Colisões frontais	-52	(-57; -46)
não especificada	Colisões traseiras	-54	(-68; -33)
não especificada	Acidentes individuais	-39	(-64; +3)
Acidentes fatais	Acidentes com pedestres	-75	(-82; -65)
Acidentes com feridos	Acidentes com pedestres	-54	(-67; -36)
não especificada	Acidentes em interseções ¹	-25	(-35; -15)
Acidentes à noite fora das áreas urbanas			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-87	(-98; -34)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes ¹	-13	(-37; +21)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-27	(-62; +40)
Acidentes com feridos	Acidentes em interseções	-22	(-28; -15)
Acidentes com danos materiais	Acidentes em interseções	-30	(-39; -20)
Acidentes à noite em áreas urbanas			
Acidentes fatais	Todos os acidentes ¹	-40	(-61; -7)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes ¹	-27	(-33; -21)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-14	(-20; -8)
Acidentes fatais	Acidentes de pedestres	-78	(-88; -62)
Acidentes com feridos	Acidentes de pedestres	-50	(-57; -43)
Acidentes com feridos	Acidentes em interseções	-40	(-51; -27)
Acidentes com danos materiais	Acidentes em interseções	-32	(-47; -13)
Acidentes à noite em rodovias			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes ¹	-6	(-26; +21)
Gravidade não especificada	Colisões traseiras	-20	(-36; +0)
Gravidade não especificada	Acidentes individuais	+44	(-2; +110)
Gravidade não especificada	Acidentes em interseções	-41	(-64; -5)

¹Ajuste do viés de publicação.

A iluminação viária parece diminuir o número de acidentes fatais à noite em aproximadamente 60%. Para acidentes com feridos, foi encontrada uma redução estatisticamente significativa de 14%. O impacto nos acidentes com danos materiais é basicamente o mesmo.

Os resultados parecem ser afetados pelo viés de publicação. Há um ajuste do viés de publicação para resultados baseados em um número muito grande de estimativas de efeito (ver Parte 1). Os resultados sem ajuste do viés de publicação são baseados em um pequeno número de estimativas de efeito. Estes resultados podem, ainda assim, terem sido afetados pelo viés de publicação e por isso podem mostrar impactos superestimados.

Impactos sobre diferentes tipos de acidente: a iluminação viária tem maior impacto em acidentes com pedestres à noite (redução de aproximadamente 50%) do que em outros tipos de acidente. De modo geral, o impacto em acidentes de pedestres é basicamente o mesmo em áreas urbanas e em outros ambientes de tráfego. Isto se dá provavelmente porque a grande maioria dos acidentes de pedestres incluídos nos dados ocorreu em áreas urbanas.

Para colisões frontais, traseiras e individuais foram encontradas reduções entre 40 e 50% aproximadamente. Estes impactos são mais fortemente afetados pelos resultados de Wanvik (2007B). Esta pesquisa foi baseada em um grande banco de dados, mas não houve controle de variáveis perturbadoras e tenden-

ciosas. Quando não se inclui esta pesquisa nas análises, os impactos são os seguintes:

- colisões frontais: -20% (-54; +44);
- colisões traseiras: -41% (-71; +21);
- acidentes individuais: -5% (-50; +79).

Estes impactos foram menores e não significativos, mas a ordem manteve-se a mesma. O maior impacto foi em acidentes de colisão traseira e, o menor, em acidentes individuais.

Impactos em diferentes ambientes de tráfego: o impacto sobre acidentes com vítimas parece ser maior em áreas urbanas que fora delas. Isso também se aplica quando se considera acidentes em interseções. O impacto sobre acidentes fatais, ao contrário, parece ser maior em trechos fora de áreas urbanas do que dentro delas. É possível que isso seja devido a um mais alto limite de velocidade fora das áreas urbanas.

O impacto da iluminação viária é menor em rodovias, onde parece haver diferenças entre os tipos de acidentes. Uma significativa redução foi encontrada apenas para acidentes em interseções e colisões traseiras, mas não para outros tipos de acidentes ou para todos os acidentes juntos. Bruneau et al. encontraram uma redução no número de acidentes com vítimas em aproximadamente 15% nas rodovias onde apenas as interseções são iluminadas. Em rodovias onde ambos, interseções e trechos retos entre interseções, são iluminados, a redução de acidentes com vítimas foi de 21%. Ambos os impactos foram maiores que os apresentados acima, mas sugerem que a iluminação dos trechos tem pouco efeito, além do efeito que surgiu da iluminação das interseções.

Impactos sobre diferentes gravidades de acidente: o maior impacto da iluminação viária foi sobre acidentes fatais. Isso se aplica a todos os tipos de acidentes e todos os ambientes de trânsito em que se tenha o efeito de diferentes gravidades de acidente.

Aspectos metodológicos das pesquisas: a maioria das pesquisas consistiu de estudos antes e depois em que foram comparados acidentes em vias iluminadas e não iluminadas, no escuro e à luz do dia. Nessas pesquisas, há vários outros fatores, além da iluminação viária, que podem ter afetado os resultados. Vias com iluminação estão, por exemplo, normalmente em áreas urbanas ou em suas proximidades e têm maior VDMA. Vias sem iluminação estão

normalmente no interior e têm piores condições viárias durante a noite e porcentual de condução com embriaguez mais alto no período noturno (Wanvik, 2007A, 2007B).

Acidentes sob diferentes condições viárias e meteorológicas: os resultados dos impactos da iluminação viária em diferentes condições viárias e meteorológicas foram muito inconsistentes. Portanto, estes resultados não estão incluídos na tabela 1.18.1.

Melhoria da iluminação existente

Como mencionado anteriormente, boa parte da iluminação existente é de má qualidade. Acredita-se, pois, que a melhoria da iluminação existente contribua para reduzir os acidentes. Uma série de pesquisas sobre o impacto do aprimoramento da iluminação existente nos acidentes foram realizadas e os resultados aqui apresentados foram compilados a partir das seguintes pesquisas:

Seburn, 1948 (EUA);
 Tanner e Christie, 1955 (Grã-Bretanha);
 Wyatt e Lozano, 1957 (EUA);
 Tanner, 1958 (Grã-Bretanha);
 Turner, 1962 (Austrália);
 Christie, 1966 (Grã-Bretanha);
 Sielski, 1967 (EUA);
 Huber e Tracy, 1968 (EUA);
 Tamburri, Hammer, Glennon e Lew, 1968 (EUA);
 Box, 1972A (EUA);
 Box, 1972B (EUA);
 Box, 1976 (EUA);
 Friis, Jørgensen e Schiøtz, 1976 (Dinamarca);
 Andersen, 1977 (Dinamarca);
 Fisher, 1977 (Austrália);
 Richards, 1981 (EUA);
 Lamm, Klöckner e Choueiri, 1985 (Alemanha);
 Ludvigsen e Sørensen, 1985 (Dinamarca);
 Foyster e Thompson, 1986 (Grã-Bretanha);
 Pfundt, 1986 (Alemanha);
 Danielsson, 1987 (Suécia);
 Janoff, 1988 (EUA);
 Schreuder, 1989 (Países Baixos);
 Schreuder, 1993 (Países Baixos) e
 Uschkamp, Hecker, Thäsler e Breuer, 1993 (Alemanha).

Aqui também foram consideradas pesquisas acerca do impacto nos acidentes da redução do nível de iluminação para fins de economia de energia. Ao se inverterem os períodos antes e depois, estas pesqui-

sas também podem dizer algo sobre as melhorias no nível de iluminação. Os resultados dos estudos sobre os impactos da redução do nível de iluminação são mais detalhadamente discutidos no próximo tópico. Com base nas pesquisas listadas acima, o impacto nos acidentes de se melhorar a iluminação existente é estimado nos números fornecidos na tabela 1.18.2.

O aumento do nível de iluminação em até 2 vezes em relação ao nível anterior apresenta um impacto modesto no número de acidentes. A melhor estimativa é uma diminuição entre 1% e 8%, que não é estatisticamente confiável. Quando o nível de iluminação aumenta de 2 a 5 vezes em relação ao nível original, o número de acidentes à noite é reduzido de 9% a 13%. Quando o nível de iluminação aumenta acima de 5 vezes em relação ao nível original, o impacto nos acidentes é tão grande quanto quando se instala iluminação em uma via antes não iluminada, ou seja, a redução no número de acidentes com vítimas à noite é de 32% e a redução de acidentes fatais, de 50%. Os resultados mostram claramente que o impacto da melhoria da iluminação existente sobre os acidentes está relacionado ao tamanho da melhoria.

Redução da iluminação existente

Em alguns países, a iluminação das vias e ruas foi diminuída por um período para fins de economia de energia. O impacto da redução da iluminação no número de acidentes foi pesquisado por:

Huber e Tracy, 1968 (EUA);
Box, 1976 (EUA);
Friis, Jørgensen e Schiøtz, 1976 (Dinamarca);

Richards, 1981 (EUA);
Lamm, Klöckner e Choueiri, 1985 (Alemanha);
Ludvigsen e Sørensen, 1985 (Dinamarca);
Pfundt, 1986 (Alemanha);
Danielsson, 1987 (Suécia) e
Yin, 2005 (EUA).

A forma mais comum de se reduzir a iluminação é apagando uma de cada duas lâmpadas. Pode-se dizer, portanto, que as pesquisas em termos gerais representam o efeito da redução à metade do nível de iluminação. Por conta destas pesquisas, o impacto nos acidentes de reduzir-se o nível de iluminação à metade é estimado na tabela 1.18.3.

A diminuição do nível de iluminação à metade leva a um aumento no número de acidentes de aproximadamente 15-25%.

Postes flexíveis de iluminação

A iluminação viária pode tornar os acidentes de saída de pista mais graves em caso de colisão com um poste de iluminação. Entre 2001 e 2005 houve em média 300 acidentes com vítimas envolvendo colisão contra postes de iluminação na Noruega (60% contra postes de madeira e 40% contra postes de aço). A gravidade dos acidentes em que há colisão com um poste pode ser reduzida utilizando-se postes flexíveis de iluminação. Há dois tipos principais destes postes (Statens vegvesen, Håndbok 017, 1993). Há postes colapsíveis, que são montados de modo que rompem a partir da base devido à colisão, e postes de deformação, que se deformam com o impacto.

TABELA 1.18.2: IMPACTOS DA MELHORIA DA ILUMINAÇÃO NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Aumento do nível de iluminação de até 2 vezes em relação ao nível anterior			
Acidentes com vítimas	Acidentes à noite	-8	(-20; +6)
Acidentes com danos materiais	Acidentes à noite	-1	(-4; +3)
Aumento do nível de iluminação de 2 a 5 vezes em relação ao nível anterior			
Acidentes com vítimas	Acidentes à noite	-13	(-17; -9)
Acidentes com danos materiais	Acidentes à noite	-9	(-14; -4)
Aumento do nível de iluminação de 5 vezes ou mais em relação ao nível anterior			
Acidentes fatais	Acidentes à noite	-50	(-79; +15)
Acidentes com vítimas	Acidentes à noite	-32	(-39; -25)
Acidentes com danos materiais	Acidentes à noite	-47	(-62; -25)

TABELA 1.18.3: IMPACTOS DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA REDUZIDA NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES. FONTE: TØI.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes com vítimas	Acidentes no escuro	+17	(+9; +25)
Acidentes com danos materiais	Acidentes no escuro	+27	(+9; +50)

O impacto da instalação de postes flexíveis de iluminação na probabilidade de ferimentos dada uma colisão foi estudado na Grã-Bretanha (Walker, 1974) e EUA (Ricker, Banks, Brenner, Brown e Hall, 1977; Kurucz, 1984). Estima-se, com base nestas pesquisas, que os postes flexíveis de iluminação reduzem a probabilidade de ferimentos em caso de colisão em aproximadamente 50% (-72%; -25%).

Apenas duas pesquisas estudaram os impactos de postes flexíveis de iluminação no número de acidentes (Corben et al., 1997; Ricker et al., 1977). As duas pesquisas encontraram uma diminuição no número de acidentes (acidentes com vítimas e acidentes com danos materiais juntos) de 29% (-40%; -14%). Ambas as pesquisas levaram em conta locais com maior frequência de ocorrências, mas não controlaram o efeito de regressão para a média no índice de acidentes. Por isso, não se pode excluir que a diminuição na taxa de acidentes, total ou parcialmente, possa ser devido à regressão.

Impacto na mobilidade

Uma pesquisa norueguesa (Bjørnskau e Fosser, 1996) estudou como a iluminação viária da rodo-

via Ev 18 no trecho Aust-Agder atua sobre o nível de velocidade e sobre a atenção dos condutores. A figura 1.18.1 mostra os resultados da pesquisa relativos ao nível de velocidade.

A figura 1.18.1 mostra a velocidade média em km/h, em segmentos retos e em curvas, à luz do dia e à noite, antes e depois da instalação da iluminação. A velocidade aumenta à noite, especialmente em segmentos retos. Caso se analise o desenvolvimento da velocidade antes e depois à luz do dia como referência, o aumento da velocidade no escuro pode ser calculado em aproximadamente 3% nos segmentos retos e nas curvas. A pesquisa sugere, também, que os condutores mantenham menor atenção ao conduzir em vias iluminadas que nas não iluminadas à noite.

Pesquisas estrangeiras mais antigas de como a iluminação afeta o nível de velocidade (Huber e Tracy, 1968; Cornwell, 1972) não conseguiram identificar alterações consistentes. Mäkelä & Kärki (2004) não encontraram nenhum impacto da iluminação viária sobre a velocidade, independentemente do limite (80 e 100 km/h). Várias pesquisas holandesas indicaram o aumento da capacidade de estradas iluminadas em comparação às vias sem iluminação com os mesmos padrões (Folles et al., 1999). Não

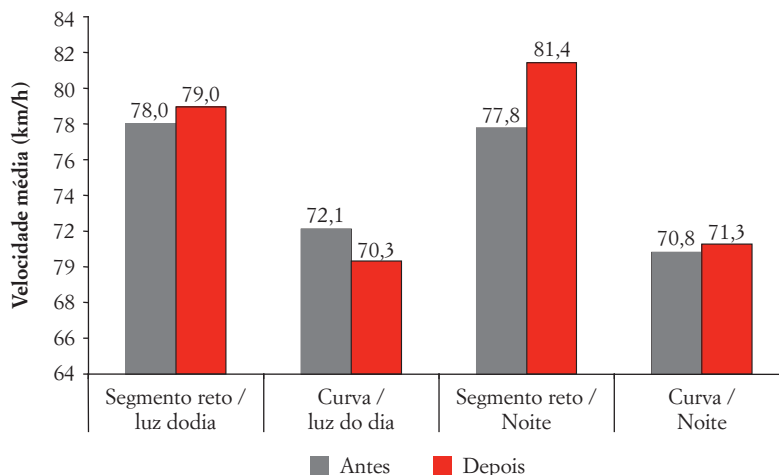


Figura 1.18.1: Alteração da velocidade média com a instalação de iluminação viária. Fonte: Bjørnskau e Fosser, 1996.

há nenhuma sugestão consistente que afirme que a iluminação afete a distribuição de tráfego ao longo do dia. (Elvik, 1995).

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas informações que mostram os impactos da iluminação viária sobre o ruído e a poluição. A iluminação viária requer energia. O efeito sobre o meio ambiente que o uso da energia apresenta depende de como a energia elétrica é produzida.

Projetos de iluminação viária normalmente têm como finalidade melhorar a visibilidade para os condutores, não o de tornar o ambiente agradável (Gardner, 1998). Um possível efeito da iluminação viária é também tornar mais agradável transitar à noite. Não foram encontradas pesquisas que tenham quantificado ou de algum modo documentado esse impacto.

Uma pesquisa com residentes de um bairro de Västerås, na Suécia, onde 2/3 da iluminação foi eliminada durante a noite, mostrou que cerca de 40% dos inquiridos não haviam notado a mudança (Dahlstedt, 1981). Aproximadamente 80% dos inquiridos mostraram-se positivos em relação à tentativa do município de economizar reduzindo a iluminação viária.

Duas pesquisas indicaram que a iluminação das vias reduz a criminalidade. Uma pesquisa dos Países Baixos (Schreuder, 1993) mostrou que há relatos de menor número de crimes nos períodos da tarde e da noite em ruas com altos níveis de iluminação do que em ruas com baixos níveis de iluminação. Um estudo avaliativo sobre dois projetos de iluminação de vias na Grã-Bretanha também indicou uma redução significativa na criminalidade como consequência da iluminação e um aumento da atividade nas vias durante a noite (Painter, 1998). O número de crimes (roubos, assaltos, ameaças) diminuiu em 22% nas áreas iluminadas em comparação às áreas vizinhas sem iluminação. O efeito é ainda maior em relação às áreas residenciais que não estão localizados nas imediações. Além disso, verificou-se o aumento da atividade nas ruas à noite.

Custos

O custo da instalação de iluminação viária é de aproximadamente NOK 450.000 por quilômetro de

via. O custo operacional e de manutenção da iluminação viária é de anualmente NOK 11.000-40.000 por quilômetro de via, dependendo do padrão da instalação.

Avaliações de custo-benefício

As avaliações de custo-benefício da iluminação viária dependem do volume de tráfego e do risco de acidentes na via que é iluminada. Uma pesquisa baseada na iluminação viária nacional em 1986 (Elvik, 1993A) estimou que a razão de custo-benefício de uma nova iluminação é aproximadamente igual a 2. As vias que foram incluídas na pesquisa tinham um VDMA de 10.750 veículos e um risco de acidentes de 0,26 acidente com vítimas por milhão de veículo-km. A razão de custo-benefício do aprimoramento da iluminação existente foi calculada em aproximadamente 1 na mesma pesquisa. As vias incluídas na pesquisa tinham um VDMA de 8.200 e um risco de acidentes de 0,55 acidente com vítimas por milhão de veículos-km.

Com base nas informações que foram apresentadas neste capítulo, elaborou-se um exemplo de cálculo que esclarece o valor de custo-benefício da iluminação em diferentes tipos de via. Os cálculos foram realizados sob as seguintes suposições:

- o custo de colocação por quilômetro viário é de NOK 450.000;
- o custo anual é entre NOK 11.000 e NOK 40.000, dependendo do volume de tráfego;
- em rodovias, o número de mortos e feridos muito graves em acidentes à noite é reduzido em 10%, e o número de feridos muito graves e leves em acidentes à noite é reduzido em 5%;
- em outras vias fora das áreas urbanas, o número de mortos e feridos muito graves em acidentes à noite diminui 60% e o número de feridos graves e leves em acidentes à noite diminui 14%.

A razão de custo-benefício foi calculada para as rodovias e para outras vias fora das áreas urbanas, com diferentes volumes de tráfego. O risco de acidentes nessas vias foi estimado com base nas rodovias norueguesas (com todos os limites de velocidade) e outras vias com limite de velocidade de 80 km/h. Levou-se em consideração diferentes riscos de acidentes para diferentes VDMA (risco mais baixo para VDMA mais altos). O VDMA e o risco de acidentes apresentaram valores médios em

TABELA 1.18.4: RAZÃO DE CUSTO-BENEFÍCIO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA EM VIAS COM DIFERENTES VDMAS.

Ambiente de tráfego	VDMA (veículos)	Frequência de acidentes	Razão de CB
Rodovia ClasseA	30.000	0,072	0,56
Rodovia 80 km/h	2.500	0,164	1,02
Rodovia 80 km/h	3.000	0,161	1,21
Rodovia 80 km/h	5.000	0,152	1,81
Rodovia 80 km/h	10.000	0,142	3,04
Rodovia 80 km/h	15.000	0,136	3,88
Rodovia 80 km/h	20.000	0,132	4,68
Rodovia 80 km/h	30.000	0,126	6,07
Rodovia 80 km/h	50.000	0,120	8,82

todas as rodovias na Noruega em 2005 (151 km). O risco de acidentes corresponde ao número de acidentes com vítimas registrados na polícia por milhão de veículos-km. Assumiu-se, em todos os cálculos, que 35% dos acidentes acontecem durante a noite. Não assumiu-se nenhuma alteração do nível de velocidade.

O cálculo mostra que a iluminação viária é uma medida socioeconomicamente rentável para a maioria das vias, tanto rodovias de classe superior quanto rodovias com pouco tráfego (VDMA abaixo de 2.500 veículos). Nesses cálculos, não foram levadas em consideração diferenças de impacto entre segmentos de via e interseções.

Além disso, elaborou-se um exemplo de cálculo referente ao aprimoramento da iluminação existente em cidades e urbanizações. As suposições relativas ao volume de tráfego e risco foram as mesmas que as citadas anteriormente. Pressupôs-se uma redução de 15% nos acidentes com vítimas e de 10% nos acidentes com danos materiais à noite. O custo de instalação foi definido em NOK 300.000 por quilômetro de via e o aumento de NOK 15.000 por quilômetro viário por ano. O benefício da melhoria da iluminação existente por quilômetro pode ser calculado em NOK 1,02 milhão e os custos, em NOK 0,57 milhão. O cálculo sugere que a correção da iluminação existente nas cidades e urbanizações é rentável quando ela não atende aos requisitos em norma (na maioria dos casos).

Os resultados de uma pesquisa inglesa sobre os impactos da iluminação viária na criminalidade em dois projetos (Painter, 1998) apontaram uma razão de custo-benefício estimada (custos = iluminação, benefícios = criminalidade reduzida) em 3/1 e 1, 4/1, respectivamente.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa da iluminação viária deve ser tomada pelo município, estado ou pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, ou ainda por moradores e grupos de interesse. Para a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e para os estados, a segurança viária é o objetivo principal da iluminação. Para os municípios, o bem-estar e a segurança são, muitas vezes, finalidades igualmente importantes.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos técnicos para a iluminação viária estão estabelecidos em norma. Os requisitos são, entre outros, relativos ao nível e à uniformidade de iluminação. Estes requisitos são obrigatórios quando o governo federal contribui para o financiamento da iluminação viária. Os estados e os municípios têm usado amplamente os manuais nacionais para projetar a instalação de iluminação viária, mas alguns municípios optam por utilizar seus próprios manuais. A decisão sobre a instalação da iluminação é tomada pela autoridade viária. Geralmente não é necessário preparar um plano de zoneamento.

Responsabilidade pela execução da medida

Os detentores dos direitos legais das vias são responsáveis pela decisão da instalação ou melhoria da iluminação viária. Os custos são cobertos, via de regra, pelo governo federal para vias federais, pelo estado para vias estaduais ou pelo município para vias municipais. Na Noruega muitas vias de acesso em áreas residenciais têm sua iluminação financiada com fundos privados.

1.19 SEGURANÇA NOS TÚNEIS

O capítulo foi revisado em 2009 por Rune Elvik (TØI)

Problema e finalidades

A Noruega tem muitas áreas com terrenos em condições críticas. As encostas íngremes das montanhas, os vales estreitos e as más condições do solo dificultam e aumentam o custo da construção das rodovias. Para manter os custos baixos de construção (especialmente rodovias antigas e com menos tráfego) muitas rodovias foram construídas em terrenos difíceis, estreitos e sinuosos e com terrenos perigosos ao lado. Isto contribui para aumentar o risco dos acidentes. Nesse tipo de terreno, a construção dos túneis viários é frequentemente escolhida para melhorar a mobilidade e aumentar a segurança viária.

Comparado a uma rodovia aberta, um túnel rodoviário tem algumas características que tanto podem aumentar quanto reduzir a segurança (Siemens, 1989). Fatores que podem tornar uma rodovia com túneis mais segura do que uma a céu aberto:

- as rodovias com túneis geralmente não têm cruzamentos ou saídas;
- geralmente tem-se nenhum ou poucos pedestres ou ciclistas nos túneis;
- as rodovias com túneis têm um alinhamento muitas vezes mais favoráveis do que as rodovias a céu aberto (por terem menos curvas e aclives acentuados);
- as rodovias com túneis não são propensas a deslizamentos de terra;
- as rodovias com túneis não estão expostas à chuva ou à neve e outros problemas relacionados.
- Fatores que podem fazer com que as rodovias com túneis sejam menos seguras do que outras rodovias:
- sua área de tráfego é limitada, e as oportunidades para manobras evasivas em situações críticas são pequenas;
- a luz do dia desaparece e as condições de iluminação muitas vezes mudam drasticamente durante a condução dentro e fora do túnel;
- o fornecimento de ar fresco fica reduzido. O vapor, a névoa ou a fumaça podem reduzir a visibilidade;
- acidentes e escadas de incêndio podem bloquear a passagem, dificultando mais o trabalho de resgate que em rodovias a céu aberto.

Houve vários estudos, principalmente na Noruega, para identificar os acidentes em túneis e os fatores que os afetam. Estas pesquisas são:

- Mo, 1980 (acidentes em túneis e em estrada aberta);
- Hovd, 1981 (acidentes em túneis e em estrada aberta);
- Hvoslef, 1991 (fatores que afetam o risco em túneis);
- Stabell, 1992 (fatores que afetam o risco em túneis);
- Amundsen e Gabestad, 1991 (túnel Oslo, primeiro ano);
- Amundsen, 1993 (frequência de vários incidentes nos túneis);
- Amundsen, 1996 (frequência de vários incidentes nos túneis);
- Amundsen e Ranes, 1997 (acidentes em túneis e seus fatores de impacto);
- Mysen, 1997 (acidentes em túneis de duas pistas com tráfego pesado);
- Salvisberget al., 2004 (acidentes em alta velocidade e túneis duplos);
- Robatsch e Nussbaumer, 2005 (acidente em alta velocidade em túneis duplos) e
- Amundsen e Engebretsen, 2008 (múltiplos fatores de risco).

Com base na mais recente pesquisa de acidentes em túneis, a figura 1.19.1 mostra o número de acidentes com feridos por milhão de veículos/quilômetro em túneis de áreas diferentes.

Figura 1.19.1: Acidentes com feridos por milhão de veículos/ quilômetro em várias áreas com túneis. Fonte: Amundsen e Engebretsen, 2008.

A zona 1 é a última de 50 m antes do túnel; a zona 2, é a primeira de 50 m no túnel; a zona 3 é a seguinte de 50-150 m; a zona 4 encontra-se no meio do túnel.

Os acidentes em túneis são mais elevados nas zonas de transição entre o túnel e as rodovias a céu aberto. A área a céu aberto próxima ao túnel é a de maior risco. Isto pode ser, em parte, porque a rodovia aqui se encontra muitas vezes na sombra e, portanto, pode ser mais propensa a ser escorregadia do que as rodovias onde há a luz solar. O risco é relativamente elevado na primeira seção do túnel e pode ser porque a visão do condutor não teve tempo para se adaptar ao nível de iluminação no túnel. A iluminação nos túneis é, no entanto, mais forte nas zonas de transição e mais fraca nas zonas intermediárias.

Analisando os túneis em geral, verifica-se que os acidentes são relativamente baixos. As rodovias a

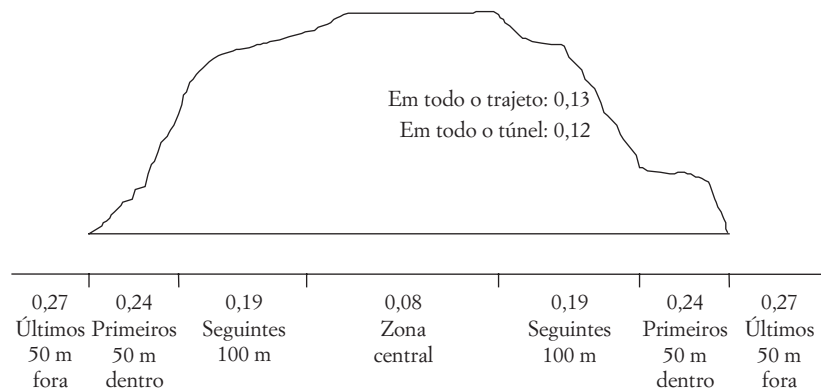


Figura 1.19.1: Acidentes com feridos por milhão de veículos/ quilômetro em várias áreas com túneis. Fonte: Amundsen e Engebretsen, 2008.

céu aberto encontram-se em áreas pouco povoadas, sendo a maioria em cidades e municípios, e nelas o risco de acidentes com feridos é maior do que nas rodovias com túneis.

Os estudos da frequência de vários incidentes nos túneis (Amundsen, 1993, 1996) sugerem que a frequência relativa dos incidentes, quando o número de acidentes com feridos é definido como igual a 1, é em torno de 2 para acidentes com danos materiais, entre 0,1 e 0,2 para veículos de bombeiros e entre 40 e 80 para outros eventos (de parada do motor, etc.).

O projeto dos túneis é de grande importância para a segurança. Ele mostra, entre outras experiências, como o túnel de Vålerenga em Oslo (Hvoslef 1991), onde uma combinação desfavorável de um declive acentuado (cerca de 60/1000l) e um raio de curvatura pequenolevou a muitos acidentes por um período logo após o túnel ter sido aberto para o tráfego. O número de acidentes no túnel Vålerenga foi mais tarde reduzido, em parte devido à introdução do controle automático de tráfego no túnel.

Túneis seguros devem assegurar que acidentes em túneis não sejam maiores do que nas rodovias abertas e devem ocorrer em escala menor, pois o resgate de acidentes em túneis é mais difícil que em rodovias a céu aberto.

Descrição da medida

Os túneis em áreas rurais são construídos principalmente para encurtar e alinhar rodovia e manter a rodovia aberta no inverno. Nas áreas urbanas, os túneis construídos também existem para evitar conflitos com os edifícios já existentes e melhorar o ambiente. Os requisitos para a criação dos túneis são encontra-

dos nas normas rodoviárias (Statensvegvesen, Håndbok 021, 2006). Considerando a segurança dos túneis, este capítulo busca expor as seguintes medidas:

- escolha entre a construção de rodovias com túneis e rodovias a céu aberto;
- extensão do túnel;
- largura do túnel;
- inclinação nos túneis;
- raio das curvas horizontais do túnel;
- iluminação dos túneis;
- perfuração dupla dos túneis vs. túnel de um tubo;
- túneis subaquáticos vs. subterrâneos

Os fatores que podem impactar sobre a segurança dos túneis, mas não são discutidos neste capítulo, são os pontos de socorro, de ventilação, de emergência e a área da câmara de monitoramento de tráfego. A razão pela qual estas medidas não são discutidas mais adiante é que elas não têm uma documentação que relate seu impacto sobre os acidentes.

Impacto sobre os acidentes

O impacto sobre os acidentes das várias medidas nos túneis dos estudos de referência mencionados acima encontram-se na tabela 1.19.1.

Rodovias com túneis são mais seguras do que rodovias a céu aberto em cidades e vilas. Em áreas rurais e nas autoestradas, não há diferença no risco de acidentes em vias com túneis e vias a céu aberto. A iluminação nos túneis, o aumento da largura do túnel e a redução das inclinações ajudam a aumentar a segurança nos túneis. O mesmo ocorre também em túneis longos, mas isso se deve ao fato de que as zonas de transição contribuem menos para o risco em um túnel longo do que em um túnel curto.

TABELA 1.19.1: IMPACTOS SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES COM FERIDOS, CONSIDERANDO AS VÁRIAS MEDIDAS DE SEGURANÇA NOS TÚNEIS. VARIACÃO PORCENTUAL RELATIVA DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Medidas	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidente e seus impactos	As melhores estimativas	Intervalo de confiança (95%)
Estrada de túnel vs estrada a céu aberto	Acidentes nas autoestradas	-2	(-15; +12)
	Acidentes em rodovias	-4	(-17; +11)
	Acidentes em área urbana	-61	(-77; -35)
Iluminação nos túneis	Acidentes nos túneis	-35	(-51; -14)
O aumento da largura do túnel (de menos de 6m para mais de 6m)	Acidentes em túneis	-40	(-49; -30)
Redução do aumento de acidentes para mais de 50 por mil em rodovias planas	Acidentes em túneis	-71	(-84; -49)
Raios de curvas duplicadas	Acidentes em túneis	-35	(-45; -24)
Túnel de perfuração duplavs. túnel de perfuração única	Acidentes em túneis	-5	(-15; +6)
Túnel subaquático vs. túnel subterrâneo	Acidentes em túneis	+16	(-15; +38)

Ao dobrar-se o raio das curvas horizontais, reduzem-se os acidentes nos túneis. Túneis duplos são mais seguros que os de um tubo único, mas a diferença não é estatisticamente significativa. Dados noruegueses (Amundsen e Engebretsen, 2008) sugerem que os túneis duplos são mais seguros que os túneis de tubo único em áreas pouco povoadas, mas não em áreas urbanas. Túneis subaquáticos parecem ter um risco ligeiramente maior de acidentes que os túneis subterrâneos. Isso provavelmente é causado devido ao fato de os túneis subaquáticos terem inclinações mais acentuadas que os túneis subterrâneos.

Impacto na mobilidade

O impacto dos túneis na mobilidade depende em grande parte do ambiente de tráfego em que o túnel foi construído. Nas autoestradas o nível de velocidade em túneis é quase o mesmo que nas autoestradas a céu aberto. Túneis em rodovias nas zonas rurais podem proporcionar ganhos de tempo de viagens em comparação com a rodovia aberta, porque o alinhamento da via é reduzido e as curvas são evitadas. Túneis vias em áreas urbanas também podem proporcionar ganhos de tempo de viagem para veículos motorizados uma vez que o número de paradas em interseções e junções é reduzido e há pouco tráfego de pedestre e bicicleta no túnel..

A medição da velocidade no túnel Ellingsøy em Ålesund (3.481 metros de extensão, a maior inclinação de 85 por mil e limite de velocidade de 80 km/h) mostra que os caminhões leves mantêm uma velocidade entre 80 e 90 km/h, sendo pouco afetados pelos aclives. Para os veículos pesados há mais im-

pacto no deslocamento nos aclives, onde diminuem para 30 a 40 km/h (Stabell, 1992). Nos túneis onde há grande inclinação podem, conseqüentemente, ocorrer diferenças de velocidade entre os veículos grandes, leves e pesados. A diferença de velocidade é maior nos declives.

O impacto no meio ambiente

Nos túneis com tráfego pesado a boa ventilação é um pré-requisito para manter a qualidade do ar aceitável no túnel. Os requisitos para ventilação dos túneis são fornecidos pelos padrões das rodovias (Statensvegvesen, Håndbok 021, 1992).

Túneis em áreas urbanas que removem o tráfego das áreas residenciais podem melhorar as condições ambientais para os residentes ao longo da via. Uma análise dos efeitos do pequeno túnel de Vålerenga (Kolbenstvedt, Aspelund, Hanssen, Larssen e Solberg, 1990) mostrou que o número de casas que foram expostas ao ruído exterior de 65 decibéis ou mais diminuiu. Para salas de estar, observa-se uma redução de aproximadamente 8%, enquanto que para o quarto em cerca de 28%. A carga de poluição, medida com a concentração de monóxido de carbono (CO) e dióxido de azoto (NO₂) por metro cúbico de ar, também diminuiu.

Algumas pessoas podem se sentir inseguras ao trabalharem em túneis por serem locais escuros e fechados (Rein 1986). Estima-se que 6,3 em cada 1.000 pessoas sofram de claustrofobia em graus mais leves. Estima-se que existam 2,2 em cada 1.000 pessoas que sofram de claustrofobia grave (incapacitante).

Custos

Os relatórios anuais das Statens vegvesens de 1988-1993 mostram uma ampla variação dos custos para túneis que foram abertos ao tráfego nesses anos (valores de custos recentes não estão disponíveis). O custo de construção médio por quilômetro de via onde o túnel foi construído foi de NOK 98 milhões (entre NOK 11 e 426 milhões). Não há correlação entre o custo da extensão e a construção de túneis. Os projetos podem ser divididos em três grupos relacionados aos custos de construção:

- Túneis com pelo menos quatro pistas (2 + 2) e velocidades separadas para cada sentido em grandes cidades e municípios: custo de construção de NOK 130-190 mil por quilômetro de via (em Fjellinjen é ainda mais caro);
- Túneis subaquáticos com dois tubos, cuja construção custou de NOK 25-50 mil por quilômetro de rodovia e
- Túneis de montanhas comuns com dois tubos, cuja construção custou NOK 10-30 mil por quilômetro de rodovia.

Os custos anuais da manutenção dos túneis são maiores que das vias abertas via aberta.

Avaliações de custo-benefício

Os benefícios e custos para a construção de um túnel dependem fortemente das condições locais. Por isso, é difícil dar números gerais. Para mostrar os possíveis impactos, criaram-se dois exemplos numéricos.

Um exemplo é o que trata da construção da principal rodovia com túnel na cidade. Suponha que a rodovia anterior tenha um VDMA de 30.000 veículos e um risco de 0,50 ferido por milhão veículos/km. Este exemplo é bastante representativo com relação aos túneis maiores que foram construídos em cidades da Noruega nos últimos anos, entre eles os túneis de Fløyfjell, Vålerenga, Oslo e o de Ekeberg. Entende-se que o túnel conduz a uma redução de 40% no número de acidentes. Além disso, presume-se que o túnel terá mais de 60% do tráfego da rodovia anterior. A velocidade média é definida para 35 km/h na rodovia anterior e 70 km/h no túnel. Quanto aos veículos, os custos de operação são reduzidos de NOK 0,10 por quilômetro rodado. Assume-se que o benefício ambiental alcançado seja equivalente a NOK 0,30 por quilômetro rodado. A

construção do túnel tem custo assumido de 150 milhões por quilômetro de rodovia. O custo anual de manutenção para o túnel criado é de 1,5 milhão por quilômetro de rodovia.

Com base nestes pressupostos, o benefício é estimado em NOK 57,7 milhões em custos com acidentes evitados, NOK 109,4 milhões em custos com tempo poupado, NOK 7,7 milhões em custos operacionais de veículos poupados e NOK 38,3 milhões poupado sem custos ambientais, totalizando NOK 213 milhões. Os custos estão estimados em NOK 201 milhões. O cálculo indica que a construção de um túnel ele pode ser economicamente rentável ao contribuir com as maiores e principais rodovias com túneis nas cidades, assumindo que há uma porcentagem elevada do tráfego direcionado para o túnel.

Também é feito um exemplo numérico relativo a uma rodovia na zona rural. Aqui se declara um VDMA de 3.000 veículos e um risco de 0,20 ferido por milhão veículos/km na estrada anterior. Presume-se que o número de acidentes tenha sido reduzido em 25%. Todo o tráfego será transferido para o túnel. É esperado que a velocidade aumente de 65 para 75 km/h. Com relação aos veículos, os custos assumidos diminuem 0,05 NOK por quilômetro rodado.

O benefício da construção de um túnel de 1 km sob estas condições, sendo calculadas para NOK 1,7 milhão em custos com acidentes evitados, NOK 2,6 milhões em custos de tempo poupado e NOK 0,6 milhão em custos operacionais de veículos poupados, tendo um total de NOK 5 milhões. Os custos econômicos da construção e manutenção do túnel estão estimados em 21,5 milhões. Isto é mais do que o benefício com relação ao túnel. Portanto, não se aconselha construir rodovias com túneis em áreas rurais. Mas esta conclusão pode ser relativa, uma vez que se poupa muito com desvios e ao mesmo tempo adicionam-se trechos particularmente perigosos à rodovia.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a construção do túnel pode ser tomada por autoridades rodoviárias ou por moradores de áreas congestionadas e áreas sem vias pavimentadas.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos formais para a criação de túneis são encontrados nas normas rodoviárias (Statens vegvesens, Handbok 021, 2010). Nem todos os túneis existentes são construídos conforme as exigências atuais. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega compromete-se até 2019 a corrigir todos os túneis para que estes satisfaçam a diretiva da UE sobre segurança mínima nos túneis.

Antes que o túnel seja construído, precisa-se preparar o zoneamento. Construir túneis na cidade traz conflitos com as redes de água, esgoto, luz e telefone existentes.

Responsabilidade pela execução da medida

O responsável pela via é responsável pela implementação da decisão sobre a construção do túnel. Os custos são cobertos com as despesas das rodovias. Alguns dos maiores túneis na Noruega são financiados pelo pedágio. O trabalho de construção é muitas vezes realizado por empresas privadas após uma licitação.

1.20 ÁREAS DE PARADA E SERVIÇOS

O capítulo foi escrito em 2010 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

Dirigir por muito tempo sem pausas diminui a capacidade do condutor e pode levar a um aumento dos acidentes (Fosser, 1988). Depois de algumas horas na direção, a maioria dos condutores tem necessidades de alimentação, descanso, ir ao banheiro ou fazer outra tarefa que não seja a de dirigir. Condutores profissionais, por lei, são obrigados a fazer pausas regulares. As áreas de parada para descanso ou de serviços ao longo da rodovia destinam-se a cobrir estas necessidades.

É muito difícil quantificar quantos acidentes são causados por direção prolongada sem pausa ou por falta de paradas ao longo da rodovia. Isto ocorre tanto em acidentes que têm mais de uma causa quanto em longos trajetos cuja longa distância não está associada à causa do acidente. Sendo assim, nestes casos é difícil de afirmar se o condutor faria uso deste serviço na rodovia, caso existisse.

Em um estudo norueguês de 1997 (Sagberg, 1999) relatou-se que 3,9% de todos os condutores que participaram de uma pesquisa, e que estavam envolvidos em um acidente em que eles eram os culpados, o cochilo ou a fadiga foram as principais causas do acidente. Em uma pesquisa similar de 2003 (Sagberg e Bjørnskau, 2004) observou-se que a fadiga foi um fator contribuinte em 1,3% dos acidentes relatados. Neste estudo, 5,8% de todos os condutores entrevistados relataram que tinham dormido ao volante pelo menos uma vez durante o ano anterior e 22,3% disseram que vez ou outra tinham adormecido ao volante.

Um estudo francês estimou que a fadiga é um fator que contribui com 10% de todos os acidentes com um único veículo e que geralmente ocorrem quando a temperatura é boa e com as rodovia livres (Philip et al., 2001). Os resultados do mesmo estudo mostram que o risco de ser morto em tais acidentes é 65% maior quando a fadiga é um fator de contribuição do que o contrário. Flatley et al. (2004) mostraram que os acidentes relacionados à fadiga são mais frequentemente fatais ou causam mais ferimentos graves do que outros acidentes. A profundidade da análise de todos os acidentes fatais na Noruega mostrou que a taxa de acidentes em que a fadiga foi um fator de contribuição foi de 11% em 2005, 18% em 2006, 17% em 2007 e 14% em 2008. Foi previamente estimado que não seguir as exigências de descanso diário envolve um risco relativo de 1,17, enquanto que não seguir as exigências relacionadas à alimentação em um longo dia na direção implica em um risco relativo de 3,12 (Elvik, Mysen e Vaa, 1997).

Conforme Sagberg (1999), dos fatores que são mais visados em acidentes, destacam-se o cochilo e a fadiga, juntamente com o limite de velocidade e a pista seca. Flatley et al. (2004) mostraram que os acidentes relacionados ao cansaço podem ocorrer com mais frequência em rodovias com volumes de tráfego elevado do que em outras rodovias.

Estudos relacionados à direção sem descanso e acidentes entre os condutores profissionais mostram que os acidentes começam a aumentar após cerca de 6 horas de direção sem uma pausa. Em um período de direção de até 10 horas, o risco de não se fazer pausa aumenta de 10 a 80%. Em um período de direção de mais de 10 horas sem pausa, o risco sobe de 100 a 250% (Fosser, 1988). Sagberg e Bjørnskau (2004) mostraram que a fadiga proporcional aos acidentes é de 3,9% em viagens com mais de 150 km, e de 1,1% em viagens inferiores a 150 km.

Um estudo norte-americano mostrou que a falta de parada e serviços ao longo da rodovia leva o condutor a parar no acostamento (King, 1989). Acidentes com veículos estacionados e atingidos nos acostamentos dos EUA estão estimados em 1 a 5% entre todos os acidentes nas autoestradas em áreas rurais. Em 1988 na Noruega, 84 boletins de ocorrência policial relataram acidentes com feridos em que um veículo estacionado tinha sido atingido, além de mais 41 acidentes relacionados a veículos estacionados. Este valor corresponde a 1,5% de todos os acidentes com feridos que a polícia registrou nesse ano (Agência Central de Estatística, 1989). A maioria dos acidentes ocorreu no estacionamento em áreas urbanas.

Uma pesquisa norueguesa feita entre os condutores em 2003 (Nordbakke e Sagberg, 2006) mostrou que a maioria dos condutores tem um bom conhecimento sobre os riscos na direção e sabem que devem fazer uma pausa quando estão cansados, mas que muitos ainda continuam a dirigir sem pausa, mesmo cansados.

Áreas para paradas de veículos e outras instalações de serviço ao longo da rodovia inibem o condutor a parar no acostamento ou na pista, proporcionando aos condutores pontos de serviços que se estendem por toda a rodovia, mostrando, assim, que a direção sem pausa é algo que pode ser evitado.

Descrição da medida

Áreas de parada e serviços incluem, além dos restaurantes de rodovia, outros espaços de serviço destinados às paradas (Statens vegvesen, 1997, Håndbok 204).

Atendimento: Os serviços comerciais de atendimento, sejam vendas de combustíveis ou alimentação em restaurantes de rodovia, geralmente se adaptam às necessidades de viagens de longas distâncias. Este tipo de serviço é geralmente instituído perto das principais cidades e bairros.

Áreas de parada e serviços são projetadas principalmente para os viajantes de negócios e lazer. As áreas de parada e serviços têm estacionamento, bancos e banheiros. As áreas de parada e serviços podem ser às vezes utilizadas como pontos de fiscalização. No que diz respeito à fiscalização de veículos pesados, têm-se as exigências específicas apenas para projeto do espaço local. A inserção da fiscalização em áreas

de parada e serviços e atividades comerciais deve estar de acordo com o Håndbok 204.

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, Håndbok 204 (1997), recomenda que as áreas de parada e serviços maiores sejam instaladas a cada 45 km nas rodovias e as áreas de descanso de parada e serviços menores, a cada 15 km, conectadas por uma rede de rodovias secundárias. As áreas de parada e serviço maiores devem ser equipadas com mesas, cadeiras, latas de lixo e vaso sanitário. Em rodovias, recomenda-se que estas áreas sirvam apenas a pista de uma direção da rodovia. Ao longo das rodovias turísticas (rodovias de belas paisagens) recomenda-se uma oferta variada, a curtas distâncias, com áreas de parada e serviços em lugares privilegiados. Nos trechos com um grande número de viagens de trabalho, com paisagem monótona e muitas ofertas comerciais, recomenda-se uma oferta mais uniforme de áreas de parada e serviços e maiores distâncias entre elas.

Áreas de paradas são pontos simples na lateral da rodovia que podem ser utilizados para uma parada curta ou estacionamento. Pontos de paradas maiores também podem ser utilizados como local de fiscalização.

Local para instalação de correntes. Local onde veículos pesados podem colocar correntes nos pneus. Estes locais devem ser de pelo menos 5 m de largura e ter barreiras de contenção ou refúgios de proteção. Os locais devem ser iluminados. Antes e depois das passagens por montanhas deve haver pontos de parada dimensionados para que caminhões possam instalar correntes.

Local de fiscalização: pode ser localizado em áreas de parada e descanso. As exigências para a construção dos espaços de fiscalização estão descritas na Statens vegvesen, Håndbok 017 (2008).

Outros serviços de rodovias são: telefones de emergência, quiosques e acomodações (Ragnøy, 1978). Não há registros sobre como muitos desses lugares se encontram nas vias públicas da Noruega e as mudanças anuais da disponibilidade destes serviços.

Impacto sobre os acidentes

Foram encontrados dois estudos que tentam estimar o efeito da instalação de áreas de paradas e serviços sobre os acidentes.

Um estudo do Reino Unido (Reyner, Horne e Flatley, 2010) comparou o número de acidentes em trechos de 16 km antes e depois de serem instituídos os pontos de parada e serviços nas autoestradas britânicas. O número total de acidentes com feridos (após se instituírem os pontos de parada e serviços) foi 14% menor do que antes. Os números dos acidentes associados à fadiga foram 22% menores. Esta relação, no entanto, não é encontrada quando se consideram apenas os meses de verão ou os acidentes nas primeiras horas da manhã. Também não foi encontrada relação entre a distância até o ponto de parada e o número de acidentes.

Outro estudo (King, 1989) mostra que a falta de oferta de pontos de parada leva o condutor a parar no acostamento. Supõe-se que as áreas de parada e descanso ajudem a prevenir acidentes em que os veículos estacionados no acostamento são atingidos. Para a rede de autoestradas nos Estados Unidos durante o ano 1981 estimou-se que o número de acidentes envolvendo colisões com veículos estacionados no acostamento teria sido cerca de 50% maior sem as áreas de parada e descanso existentes nas rodovias naquele ano. A distância média entre as áreas de parada e descanso nas autoestradas dos Estados Unidos em 1981 era de cerca de 70 km. Este é um cálculo puramente hipotético. O relatório aponta que existem maiores problemas metodológicos associados ao cálculo do efeito dos pontos de parada sobre os acidentes, porque é difícil dizer que tipos de acidentes são reduzidos pela influência dos pontos de parada (King, 1989).

Não foram encontrados outros estudos relacionados à ocorrência de acidentes.

Impacto na mobilidade

Não foram encontrados estudos que mostram os efeitos das áreas de parada ou outras instalações de serviço ao longo da rodovia sobre a mobilidade. As medidas não são destinadas a aumentar a mobilidade, mas a cobrir outras necessidades.

O impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que mostram os efeitos dos pontos de parada ou outras instalações de serviço ao longo da rodovia sobre fatores físicos ambientais. Estas instalações podem, contudo, contribuir para que as viagens longas sejam mais

agradáveis. Uma pesquisa com condutores que utilizaram os pontos de parada em 1978 mostrou que o intervalo para a refeição e o descanso era uma das principais razões para o uso dos pontos de parada. A média do tempo de parada era de 15 a 30 minutos (Ragnøy, 1978). A taxa de quem parou ao longo da rodovia tinha uma clara relação com a extensão do percurso. Para jornadas de menos de 50 km, 11% pararam na rodovia. Este índice subiu para 35% em viagens de 51 a 100 km, 61% das viagens de 101 a 200 km e mais de 85% em viagens com mais de 200 km por dia. Um estudo britânico (Reyner et al., 2010) mostrou que 50% de todos os condutores que pararam em áreas de parada e descanso pararam por menos de 10 minutos. A maioria usou a área de lazer para ir ao banheiro. Um estudo norueguês realizado de 1995 a 1997 mostrou que 70% de todos os condutores que pararam em áreas de parada e descanso ao longo das rotas turísticas o fizeram para apreciar a vista (Statens vegvesen, 1997).

As áreas de lazer podem ajudar a reduzir o lixo ao longo das rodovias, uma vez que o condutor faz pequenas paradas, onde pode jogar seu lixo.

Custos

Não há dados relativos aos custos de construção ou manutenção de áreas de parada ou outras instalações de serviço ao longo da rodovia. Os custos de construção dependem da natureza, dimensão e condições de solo do local. Os custos de construção, manutenção e operação das áreas de lazer podem ser reduzidos quando se compartilha o local com outras instalações comerciais (como postos de gasolina). Nestas áreas de descanso, a responsabilidade pela manutenção e operação pode ser transferida das Rodovias de Administração Pública para o setor privado, que pode instituir rodovias de acesso ao público com áreas de lazer e outras facilidades, diminuindo-se o lixo jogado nas rodovias (Statens vegvesen, 1997).

Avaliações de custo-benefício

Não foi encontrada nenhuma análise do custo-benefício norueguês sobre áreas de parada e serviços. Os dados necessários para realizar uma análise do custo-benefício das áreas de parada e outras instalações de serviço ao longo das rodovias na Noruega não estão indisponíveis.

Uma análise de custo-benefício norte-americana concluiu que em áreas de parada e serviços (ao longo das rodovias nos Estados Unidos) tem-se uma relação de custo-benefício de cerca de 3,2 (King, 1989). Como resultado da eficiência, um total de 30% dos acidentes foi evitado, havendo uma redução em 26% da desnecessária condução sem pausas (em busca de locais para a parada de descanso e serviços) e o aumento em 44% da satisfação entre os condutores (conforto e segurança). Não está claro se esta estimativa pode ser transferida para as condições norueguesas. As rodovias norte-americanas têm significativamente mais tráfego que a maioria das rodovias norueguesas, tendo também maior número de áreas de parada e serviços que muitas rodovias na Noruega.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para a construção de áreas de parada e serviços para o transporte de cargas geralmente é tomada por autoridades rodoviárias. Existe a necessidade de se projetar um mapeamento por meio de planos abrangentes para longos trajetos em redes de rodovias.

Requisitos e procedimentos formais

Se as áreas de parada e serviços fossem construídas simultaneamente com novas rodovias, o planejamento poderia acontecer como parte da arquitetura de uma nova rodovia. O motivo pode estar simultaneamente relacionado ao propósito da rodovia. Ao longo das rodovias existentes, deve-se introduzir a área de parada e serviços cujo espaço é adquirido de um proprietário de terra. Observa-se a existência da iniciativa privada que deseja estabelecer uma área de parada e descanso ou outros serviços ao longo das rodovias e, neste caso, as autoridades sobre a rodovia devem dar permissão.

No Håndbok 017, Estrada e projeto de rua (2008), são apresentados os requisitos gerais para planejamento e posicionamento. As exigências para a criação de áreas de parada e locais de descanso na Statens vegvesen, Håndbok 204, Área de descanso (1997), e Håndbok 279, Áreas e horários de descanso para transportes pesados (2010).

Ao planejar instalações na área existente da rodovia, geralmente é necessário o desenvolvimento do

zoneamento. Instalações planejadas necessitam de tratamento nos termos da Lei de Planejamento e Construção e devem eventualmente solicitar uma permissão de sua municipalidade.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável pelo desenvolvimento das áreas de parada e descanso ao longo da rodovia, conforme as orientações das normas de trânsito. Os incorporadores privados podem construir instalações de serviço ao longo das rodovias em consulta com as autoridades rodoviárias, quando as autorizações necessárias são obtidas. As áreas de lazer e serviços ao longo da rodovia devem ser notificadas com sinalizações. Existem também as decisões em se estabelecer a adoção de sinalizações relevantes nas rodovias estaduais, municipais, privadas e pelos administradores da estrada municipal.

1.21 CANTEIRO CENTRAL

Este capítulo foi redigido em 2014 por Alena Høye (TØI)

O canteiro central é uma área que separa os fluxos opostos de uma via que pode ser constituído por um canteiro elevado com bordos recuperáveis (ou transponíveis), ou formados por terra ou grama. Os canteiros centrais com bordos recuperáveis (ou transponíveis) têm sido adotados com o intuito de reduzir o número de acidentes, com maior efeito nos acidentes mais graves. O impacto na redução de acidentes é maior em vias com controle de acesso (sem intersecções em nível ou muitas entradas/saídas) e com canteiro central amplo do que nas vias com canteiro central estreito. Em intersecções, não foi comprovado que os canteiros centrais reduzem acidentes e canteiros largos tem uma eficácia menor canteiros estreitos.

Problema e finalidades

Um veículo que por ventura venha de uma pista oposta pode se chocar com outro veículo, provocando um acidente e saindo da pista. Isso pode acontecer por vários motivos: o condutor pode ter sido desatento, ter adormecido, perdido o controle do veículo por estar acima do limite de velocidade em uma curva ou a pista podia estar escorregadia. Os canteiros centrais

têm como objetivo aumentar a distância entre os fluxos opostos e minimizar o risco de que os condutores inadvertidamente adentrem na pista contrária. Além disso, os canteiros centrais limitam as oportunidades de retorno ou travessia das vias apenas para os locais onde há aberturado canteiro central.

Descrição da medida

Os canteiros centrais são áreas que separam fluxos opostos que podem ser constituídas por **um canteiro elevado com bordos recuperáveis** ou formadas grama, aterro, valas ou gramado plantado. O canteiro central elevado com bordos recuperáveis é utilizado apenas em menor grau na Noruega, sendo o tipo de canteiro central mais estudado. Na Noruega a maioria dos canteiros centrais é formada por um aterro de grama ou vala, mas tais canteiros são pouco estudados empiricamente. A largura dos canteiros centrais varia, alguns canteiros chegam a ter mais de 30 metros de largura. Muitas vezes, são colocadas barreiras de contenção nos canteiros centrais. Este capítulo abrange apenas os canteiros centrais, sem barreiras de contenção. Os sistemas de barreiras de contenção estão descritos no capítulo 1.15.

Impacto sobre os acidentes

Os resultados aqui apresentados têm por base as seguintes investigações:

Kihlberg & Tharp, de 1968 (EUA);
 UT2 Leong, 1970 (Austrália);
 Thorson & Mouritsen, 1971 (Dinamarca);
 Andersen, 1977 (Dinamarca);
 Muskaug, 1985 (Noruega);
 Harwood, 1986 (EUA);
 Blakstad & Giæver, 1989 (Noruega);
 Squires & Parsonson, 1989 (EUA);
 Bretherton et al., 1990 (EUA);
 Banks et al., 1993 (EUA);
 Köhler & Schwamb 1993 (Alemanha);
 Bowman & Vecellio, 1994 (EUA);
 Bretherton, 1994 (EUA);
 Claessen & Jones, 1994 (Austrália);
 Oregon Dept. of Transportation, 1996 (EUA);
 Parsons, 1996 (EUA);
 Bonneson & McCoy, de 1997 (EUA);
 Harwood et al., 1998 (EUA);
 Wang et al., 1998 (EUA);
 Brown & Tarko, 1999 (EUA);
 Tarko et al., 1999 (EUA);

Abdel-Aty & Radwan, 2000 (EUA);
 Sawalha & Sayed, 2001 (EUA);
 Strathman et al., 2001 (EUA);
 Chin & Quddus, 2003 (Singapura);
 Oh et al., 2003 (EUA);
 Frawley & Eisele, 2004 (EUA);
 Kweon & Kockelmans, 2004 (EUA);
 Shankar et al., 2004 (EUA);
 Gattis et al., 2005 (EUA);
 Saito et al., 2005 (EUA);
 Savolainen & Tarko, 2005 (EUA);
 Lewis, 2006 (EUA);
 Jonsson et al., 2007 (EUA);
 Fitzpatrick et al., 2008 (EUA);
 Malyshinka, Mannering & Tarko, 2009 (EUA);
 Schulz et al., 2010 (EUA);
 Jiang et al., 2011 (EUA);
 Mauger, 2011 (EUA);
 Zou et al., 2011 (EUA);
 Alluri et al., 2012 (EUA);
 Geedipally, Lord & Dhaval, 2012 (EUA);
 Stephan & Newstead, 2012 (Austrália);
 Whittaker, 2012 (Austrália);
 Castro et al., 2013 (EUA);
 Haleem et al., 2013 (EUA);
 Hallenbeck et al., 2013 (EUA);
 Chimba et al., 2014 (EUA) e
 Hosseinpur et al., 2014 (Malásia).

A maioria dos estudos comparou o risco de acidentes entre vias com e sem canteiro central. A tabela 1.21.1 mostra a melhor estimativa do impacto sobre os acidentes nas rodovias com canteiro central (sem sistema de contenção) com base nestas investigações. Os acidentes referem-se a trechos em reta. Não estão incluídos os acidentes nas intersecções, mas a maioria dos estudos não especifica se eles foram retirados ou não da amostra.

Canteiro central nos trechos em reta: Introduzir canteiros centrais elevados com bordos recuperáveis em trechos em reta onde geralmente não se tinha canteiro central parece reduzir o número de acidentes com vítimas, mas não o número de acidentes com danos materiais. O efeito é, portanto, maior para os acidentes mais graves. Muitos estudos não especificam se os acidentes nas intersecções foram considerados ou não. Provavelmente na maioria dos estudos estes acidentes estão incluídos. Os resultados baseiam-se em diferentes tipos de estudos de diferentes anos. Nem o tipo de estudo ou o ano em que foi realizado parecem afetar os resultados. Os resultados também não parecem afetados por viés de publicação.

TABELA 1.21.1: IMPACTOS SOBRE OS ACIDENTES EM RODOVIAS COM CANTEIRO CENTRAL ELEVADO COM BORDOS RECUPERÁVEIS (SEM SISTEMA DE CONTENÇÃO). VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Especificação das medidas	Variação porcentual do número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Trechos em reta com canteiro central vs. sem canteiro central			
Canteiro central em trechos em reta	Acidentes com feridos graves ou fatais	-22	(-46; +15)
	Acidentes com feridos	-8	(-15; -1)
	Acidentes com danos materiais	-2	(-25; +27)
	Gravidade não especificada	-8	(-15; +1)
Cruzamento entre vias com canteiro central vs. sem canteiro central			
Regiões pouco povoadas	Gravidade não especificada	+8	(-53; +148)
Regiões densamente povoadas	Gravidade não especificada	+74	(-7; +226)
Canteiro central em trecho em reta: Área e tipo de via			
Regiões pouco povoadas, com acessos e intersecções	Acidentes com feridos	+1	(-24; +36)
	Gravidade não especificada	+4	(-19; +34)
Regiões densamente povoadas, com acessos e intersecções	Acidentes com feridos	-19	(-34; 0)
	Gravidade não especificada	-7	(-18; +6)
Sem acessos e intersecções	Gravidade não especificada	-14	(-25; -1)
Canteiro central em via com duas mãos de direção com conversão à esquerda			
Canteiro central – trecho em reta (sem acessos e intersecções)	Gravidade não especificada	-43	(-51; -34)
Canteiro central – trecho em reta (com acessos e intersecções)	Gravidade não especificada	-24	(-31; -17)
Canteiro central em intersecções	Gravidade não especificada	+50	(+11; +103)
Canteiro central – largura			
Aumento da largura aproximada do canteiro central em cerca de 1 m – trecho em reta	Gravidade não especificada	-1	(-2; -1)
Aumento da largura aproximada do canteiro central de cerca de 1 m – na intersecção	Gravidade não especificada	-13	(-32; +11)
Canteiro central com mais de 2 m de largura vs. canteiro central com menos de 2 m de largura em intersecção	Gravidade não especificada	+21	(+4; +42)
Canteiro central com largura superior a 20 m vs. canteiro central com largura inferior a 20 m em trecho reto	Gravidade não especificada	-52	(-64; -36)

A explicação para que este tipo de canteiro central tenha maior impacto na redução dos acidentes mais graves provavelmente é porque o canteiro central pode afetar a distribuição dos vários tipos de acidentes, que, por sua vez, apresentam diferentes graus de danos. Gabler et al. (2005) mostraram que a instalação de divisões centrais reduz o número de colisões, mas leva a mais acidentes com menor severidade. Em outro estudo, verificou-se a redução de colisões laterais, porém o número de acidentes com colisões traseiras aumentou (Saito et al., 2005). As colisões laterais normalmente são mais graves que as colisões traseiras. Em um estudo da Nova Zelândia, verificou-se uma redução de 75% nas colisões e uma menor taxa de acidentes fatais (7,2% sem canteiros centrais e 2,8% com canteiros centrais) e acidentes com feridos graves (21,2% sem canteiros

centrais e 16,6% com canteiros centrais) em rodovias com canteiros centrais (Beca Carter Hollings & Ferner Ltd, 1998).

Canteiros centrais em intersecções: Os resultados se aplicam às intersecções de vias com *vs.* sem canteiros centrais (divisões centrais como canalização não foram incluídas nos resultados). Nas intersecções, os resultados mostram que os canteiros centrais elevados com bordos recuperáveis aumentam o número de acidentes, principalmente nas áreas rurais. Os resultados não são estatisticamente significativos, mas mostram o mesmo que os resultados para canteiros centrais *vs.* vias de mão dupla com conversão à esquerda; o canteiro central tem benefício menor nas intersecções que nos trechos em reta. A explicação pode ser porque a intersecção com

canteiros centrais é geralmente maior e mais complexa que aquelas sem canteiro central, sendo que o canteiro central em uma intersecção constitui-se um grande obstáculo.

Região e tipo de rodovia: Em vias sem controle de acessos (ou seja, com entradas/saídas e intersecções) foram verificadas reduções de acidentes somente em áreas densamente povoadas para trechos em reta com canteiro central. O mesmo não se verifica em áreas rurais. Na maioria dos estudos considerados, não se especifica se os acidentes nas intersecções foram incluídos na pesquisa ou não. Se os acidentes nas intersecções foram incluídos, é de se esperar um efeito menos benéfico em áreas urbanas, isso porque não há provas de que canteiros centrais tenham algum efeito na redução dos acidentes nas intersecções. Uma explicação para o efeito dos canteiros centrais ser mais favorável em áreas urbanas pode ser porque há mais pedestres em áreas urbanas e que o canteiro central pode tornar a travessia mais segura para eles. Em vias com controle de acessos (ou seja, sem intersecções em nível ou entradas/saídas), observou-se que a redução dos acidentes foi superior à observada nas outras vias, o que pode eventualmente ser explicado por não haver intersecções em nível nestas vias.

Canteiro central em vez de conversão à esquerda em ambos os sentidos: Considerando-se todos os acidentes do ano, encontrou-se uma redução de 24%. Uma redução ainda maior foi encontrada em acidentes nos trechos entre intersecções. Na intersecção, no entanto, verificou-se um aumento de 50% no número de acidentes. Os resultados indicam que o efeito dos canteiros centrais é melhor nos trechos entre intersecções que na intersecção em si. O efeito é provavelmente maior em relação a acidentes com pedestres (Parsons et al., 2000).

Largura dos canteiros centrais: Vias com canteiros centrais largos apresentaram menos acidentes que as vias com canteiros mais estreitos. Nas retas, no entanto, o efeito é pequeno, apesar de ser estatisticamente significativo. Em intersecções, o efeito é maior, mas não é estatisticamente significativo. Que o aumento da largura do canteiro central deveria ter um efeito melhor do que nos cruzamentos não é esperado nos resultados relacionados a vias com canteiro central *vs.* vias sem canteiro central, porque o canteiro central se mostrou como causador da redução dos acidentes em retas, e não no cruzamento. Os resultados das duas últimas linhas da tabela 1.21.1 sugerem que os canteiros centrais

têm um efeito mais favorável ao longo trechos em reta nas intersecções. As intersecções com canteiros centrais amplos (mais de 2 m) têm significativamente mais acidentes que as intersecções com canteiros estreitos, porém trechos com canteiro central mais largo (com mais de 20 m) têm significativamente menos acidentes que trechos com canteiro mais estreito.

Tipos de canteiros centrais: Vários estudos compararam acidentes nas vias com os diferentes tipos de canteiro centrais. Os resultados gerais indicam que ambos os tipos de divisões, marcadas por sinalização horizontal de divisão de fluxos opostos ou canteiro central rebaixado, podem ter um melhor impacto do que canteiros centrais elevados com bordos recuperáveis. Os resultados são, no entanto, parciais e contraditórios. Verificou-se que:

- As divisões centrais por linhas horizontais para separação de fluxos opostos em trechos em reta têm maior efeito sobre o número de acidentes que os canteiros centrais elevados com bordos recuperáveis; para as divisões centrais por meio de sinalização horizontal para divisão de fluxos opostos (em vez de nenhuma divisão), foi encontrada uma redução no número de acidentes com gravidade não especificada de 24% (intervalo de confiança [- 43; ± 0]).
- Vias com canteiros centrais elevados com bordos recuperáveis têm menos acidentes que vias com divisões centrais por meio de linha horizontal para divisão de fluxos opostos (- 23%, intervalo de confiança [- 39; - 4]). O resultado é baseado em dois estudos mais antigos (Scriven, 1986; Claessen & Jones, 1994) e aplica-se a trechos em reta (não inclui as intersecções).
- Vias com canteiros centrais com guias (rebaixadas) têm menos acidentes que as vias com canteiros centrais elevadas com bordos recuperáveis (- 68%; intervalo de confiança [- 71; - 65]); resultado que se aplica aos acidentes em vias sem intersecções ou acessos (Wang et al., 2009).
- Vias com canteiros centrais com guias (rebaixadas) têm mais acidentes que vias com outros tipos de divisões centrais (+ 23%; intervalo de confiança [11; 37]); resultado que se aplica a acidentes em vias sem intersecções ou acessos (Malyskhina et al., 2009).
- Vias com canteiros centrais com guias (rebaixadas) têm menos acidentes que vias sem canteiro central (- 49%; intervalo de confiança [- 55; - 43]); resultado que se aplica a acidentes em rodovias com intersecções ou acessos (Gattis et al., 2005).

Impacto na mobilidade

Nas vias secundárias ou nas intersecções, o canteiro central impede que os veículos realizem uma conversão à esquerda na via, que adentrem a via à esquerda, ou que atravessem a via, se esta não for adaptada com divisões que permitam essa manobra. Para os veículos que realizam conversões ou retornos, um canteiro central tem pouca importância em relação à mobilidade, a menos que as faixas se tornem mais estreitas devido à sua implantação.

Para os pedestres, os canteiros centrais funcionam como um refúgio, o que pode tornar mais fácil (e menos perigosa) a travessia das vias.

Impacto no meio ambiente

Vias com canteiros centrais necessitam de mais espaço que vias sem canteiros.

Custos

Os custos de instalação de canteiros centrais variam muito, já que geralmente uma via tende a ser expandida. Os custos dependem do tipo e da largura do canteiro central a ser construído, bem como das condições do local e do tipo de construção. A implementação de um canteiro central é mais cara e tecnicamente mais complicada nas vias urbanas que nas rodovias. Os canteiros centrais também são mais caros em terrenos montanhosos que em relevos planos (Gabestad, 1981).

Avaliações de custo-benefício

Uma nova relação de custo benefício da construção de canteiros centrais em vias já existentes depende de um projeto viário específico, da extensão do trecho a ser construído, do tipo e largura do canteiro central e das alternativas disponíveis para implantação. A alternativa pode ser, por exemplo, não implantar o canteiro, optando por outras medidas que requeiram menor expansão da largura da via (sinalizações horizontais centrais reforçadas com ranhuras ou sistema de contenção sem canteiro central) ou sistema de cabos. Uma linha horizontal de divisão de fluxos opostos reforçada com ranhuras reduz o número de acidentes com o mesmo grau que um canteiro central, mas, na maioria dos casos, provavelmente com menores custos de implantação. O sistema de cabos

reduz o número de acidentes em uma escala maior que um canteiro central, tendo custos menores de construção, caso seja implantado em uma via sem canteiro central, mas com custos maiores se for implantado em uma via no canteiro central.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A possibilidade de extensão da largura das vias é incorporada ao programa de planejamento do Plano Nacional de Transporte da Noruega. No caso de estradas estaduais, são necessários investimentos, e a proposta deve partir de autoridades políticas, ou seja, municipais (no município afetado) e do governo. Autoridades políticas projetam incorporar modificações em conformidade com as dotações orçamentárias anuais para fins viários.

Requisitos e procedimentos formais

Novas vias são construídas conforme as normas para construção de rodovias, vias urbanas e intersecções. O perfil transversal é determinado pela classe da via escolhida. Em cada trecho, os requisitos para o perfil da intersecção são personalizados pelo volume de tráfego esperado.

Medidas corretivas com base na Lei de Planejamento e Construção da Noruega podem ser tomadas se a largura exceder a largura padrão.

Os requisitos para as intersecções são determinados por meio de normatização viária (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2013). Para cada tipo de via são necessários canteiros centrais com as características apresentadas na tabela 1.21.2. Os canteiros centrais são necessários apenas nas vias principais, não sendo necessários em outros tipos de vias. Em vias com travessias de pedestres, o canteiro central deve ter no mínimo 2 m de largura. Canteiros centrais com árvores devem ter pelo menos de 3 a 5 m de largura.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade viária é responsável por implementar medidas corretivas ao longo das vias e arcar com seus custos. Isto significa que o governo estadual cobre os custos das medidas na via; o município também arca com os custos da ação na via municipal.

TABELA 1.21.2: REQUISITOS PARA INTERSECÇÕES EM DIFERENTES CLASSES DE RODOVIAS.

Classe de rodovia	Limite de velocidade (km/h)	VDMA	Número de faixas	Canteiro Central	Largura da rodovia (m)
H5	90	6.000-12.000	2	Canteiro central com sistema de contenção por cabos (1,5 m)	12,5
H6	60	> 12.000	4	Canteiro central elevado com bordos recuperáveis (1,5 m)	16,0
H7	80	> 12.000	4	Divisão central com sistema de contenção por cabos (2 m)	20,0
H8	100	12.000-20.000	4	Divisão central com sistema de contenção por cabos (2 m)	20,0
H9	100	> 20.000	4	Divisão central com sistema de contenção por cabos (2 m)	23,0

1.22 RODOVIAS 2 + 1

O capítulo foi escrito em 2011 por Anna Vadeby (VTI)

Problema e finalidades

Mais da metade (55%) das mortes de pessoas envolvidas em acidentes com veículos motorizados ocorre em rodovias – vias fora das zonas urbanas, exceto autoestradas. Na União Europeia houve cerca de 21.500 pessoas mortas em 2009 neste tipo de acidente (CTCE, 2010). Dos fatores de risco em rodovias vicinais destacam-se, entre outros, a alta velocidade, as más condições das rodovias e a mistura de diferentes tipos usuários nas rodovias. Os riscos nas demais rodovias são geralmente mais elevados que nas autoestradas. Um grande número de mortos e feridos graves em rodovias deve-se às colisões.

Na Suécia os estudos focaram-se especialmente no número de acidentes fatais e outros acidentes com feridos graves nas rodovias de duas faixas com largura de 13 m, incluindo, também, as chamadas semiautoestradas. A circulação dos veículos lentos, ciclistas e pedestres é proibida. A extensão total das rodovias é de 3.700 km, o que representa 14% de toda a malha rodoviária sueca; porém, somente 25% do tráfego concentram-se nessas rodovias. Na década de 1990, cerca de 25% dos acidentes fatais ocorreram nessas rodovias. Mais de 70% de todos os acidentes fatais foram acidentes e colisões em declives (Carlsson, 2009; Bergh et al., 2005). A sequência de eventos, na maioria dos acidentes, é mais ou menos a mesma: um condutor perde, por um ou outro motivo, o controle do veículo e colide com outro veículo ou objeto em sentido contrário na rodovia.

Para reduzir o número de acidentes na ampla malha rodoviária do país, foi desenvolvido um novo tipo de rodovia, as denominadas “rodovias 2 + 1”. Em vez de duas faixas, neste novo tipo de via tem-se três

faixas, que geralmente também possuem sistema de contenção de cabos entre elas. A largura permanece inalterada. A finalidade do sistema de cabos é evitar que os veículos invadam a faixa contrária ou saiam da pista. O efeito do sistema de contenção no meio da pista e os amortecedores de impacto estão descritos no capítulo 1.15.

Descrição da medida

Uma rodovia 2 + 1 tem necessariamente três faixas, sendo uma delas a faixa de ultrapassagem. A faixa de ultrapassagem é alternada entre uma e outra direção e é onde são instalados os sistemas de contenção por cabos, que reduzirão os acidentes com aqueles veículos que vêm em sentido oposto (Bergh et al., 2005; Gazzini, 2008; Potts e Harwood, 2003).

Na Suécia (Bergh et al., 2005) e na Irlanda (NRA, 2007; Gazzini, 2008) utiliza-se o sistema de contenção por cabos; outros tipos de sistema de contenção no meio da pista, tais como as barreiras de concreto, são utilizados, por exemplo, na Noruega (Saukshaug e Giæver, 2004). As vantagens do sistema de cabos são: o custo mais baixo que o da barreira de concreto e o reparo no sistema de cabos é mais fácil e é relativamente fácil liberar o tráfego em casos de emergência. A maior desvantagem é a necessidade da manutenção. Independentemente do tipo de sistema de contenção, as faixas tornam-se mais estreitas, aumentando o tráfego nas rodovias. Assim, os custos de manutenção das rodovias e as indenizações das seguradoras também aumentam.

Uma alternativa para as rodovias 2 + 1 na Suécia é o exemplo utilizado nas rodovias na Finlândia (Kaisinen et al., 2004), na Dinamarca (Mr. Bramstedt, 2001) e na Alemanha (Weber e Lohe, 2003; Irzik, 2010): trata-se de uma rodovia com o mesmo padrão de faixas, mas utiliza-se a sinalização horizontal ao invés do sistema de cabos entre as pistas de direção oposta.

Impacto sobre os acidentes

O sistema de cabos tem como finalidade principal reduzir a gravidade dos acidentes e o número de fatalidades, diminuindo, assim, a quantidade total dos acidentes em comparação ao das rodovias de duas pistas convencionais. É concebível, também, que os sistemas de contenção reduzam o número de acidentes, uma vez que os condutores evitam colidir com o sistema. O sistema de cabos também ajuda na visão do alinhamento da rodovia, ajudando o condutor a manter o veículo alinhado à borda na rodovia. Por outro lado, o sistema de cabos faz com que os condutores sejam menos cautelosos. A desvantagem em relação ao sistema de contenção no meio da pista é a diminuição da largura da faixa de rolamento e a redução da capacidade de manobra em casos de emergência. Por isso, é tão importante que na avaliação da medida sobre o sistema de contenção, leve-se em conta tanto o número quanto a gravidade dos acidentes.

Na Suécia em 2010, cerca de 2.140 km de rodovias com largura de 13 m foram convertidos em rodovias 2 + 1, com sistema de contenção desde 1998. Experimentos com as rodovias 2 + 1 também foram feitos na Noruega e na Irlanda. Na Suécia, o impacto das rodovias 2 + 1 em relação à segurança viária e à mobilidade foi avaliado por Carlsson 2009A, B. Os resultados são baseados em acidentes com ferimentos ocorridos em cerca de 70% das rodovias 2 + 1 na Suécia em 2007. Estes resultados estão resumidos na tabela 1.22.1.

O maior impacto foi a taxa de mortes, que caiu em 76-77%, independentemente do limite de velocidade. O impacto sobre as lesões/acidentes com feridos foi menor. Nas rodovias com limites de velocidade de 110 km/h, não foi observada nenhuma mudança significativa na quantidade de acidentes com feridos.

Carlsson (2009A, B) mostrou que a redução do número de acidentes com vítimas é ligeiramente maior nas intersecções do que ao longo da rodovia. A segurança nos trechos 2 + 1 é quase tão boa quanto nas autoestradas com limites de velocidade de 110 km/h.

Colisões com sistema de cabos podem ser frequentes, mas geralmente sem consequências graves. Há em torno de 0,5 destes acidentes por milhão de veículos por quilômetro. Isso significa que a média é de dois acidentes por quilômetro ao ano, para veículos que se deslocavam junto a rodovias com o sistema de cabos.

Um estudo de avaliação também mostrou que o tipo de acidente mais comum nas rodovias 2 + 1 são os acidentes de colisões traseiras em declives. Juntos eles respondem por cerca de 60 a 80% de todos os acidentes que envolvem mortes ou ferimentos graves.

Foi debatido se o sistema de contenção por cabos aumenta a segurança para os motociclistas. Segundo Carlsson (2009A, B), o risco de lesão grave ou de os motociclistas serem mortos diminuiu aproximadamente 40 a 50%.

Estudos da Noruega (Sakshaug e Giæver, 2004) e da Irlanda (Bulpitt, 2006; Gazzini, 2008) confirmam os resultados da Suécia. Sakshaug e Giæver (2004) avaliaram os 15 quilômetros das rodovias 2 + 1 na Noruega e mostraram que o número de acidentes com feridos foi reduzido em aproximadamente 60%. Na Irlanda a avaliação de um estudo-piloto mostrou que o número de mortos ou feridos graves caiu aproximadamente 50 a 60%. Na Finlândia (Liikennevirasto, 2010) as rodovias 2 + 1 provaram ser tão seguras quanto as autoestradas.

Nas rodovias 2 + 1, onde as pistas de direção contrária são separadas apenas por sinalização horizontal

TABELA 1.22.1 – IMPACTOS DAS RODOVIAS 2 + 1, COM SISTEMA DE CONTENÇÃO NO MEIO DA PISTA SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES (Carlsson 2009A, B).

Grau de lesão em acidentes	Variação porcentual do número de acidentes		
	Acidentes em rodovias com limites de velocidade	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Acidentes com feridos	90 km/h	-13	(-3%; -22%)
Acidentes com feridos	110 km/h	+8	(-4%; -20%)
Mortos ou gravemente feridos	90 km/h	-63	(-52%; -74%)
Mortos ou gravemente feridos	110 km/h	-51	(-38%; -64%)
Mortos	90 km/h	-77	(-63%; -91%)
Mortos	110 km/h	-76	(-61%; -90%)

(faixas), o impacto sobre o número de acidentes é menor do que em rodovias com sistema de contenção no meio da pista. A redução do número de vítimas fatais ou gravemente feridas foi estimada em 32% na Suécia (Carlsson, 2009A, B). O risco de acidentes fatais e de acidentes com feridos diminuiu 36% na Alemanha e na Finlândia. Estima-se que o risco de acidentes com feridos seja quase o mesmo que nas rodovias de duas pistas convencionais (Potts e Harwood, 2003).

Impacto na mobilidade

Enquanto nas rodovias 2 + 1 com sistema de cabos e com o limite de velocidade de 90 km/h a velocidade média aumenta 2 km/h, nas rodovias com limites de velocidade de 110 km/h nenhuma mudança de velocidade foi observada (Carlsson, 2009A, B). Existem grandes diferenças na velocidade média dos trechos com uma ou duas faixas e com mais de 900 veículos por hora e por direção.

Carlsson (2009A, B) estimou que a capacidade nas rodovias 2 + 1 é de cerca de 1.600 a 1.700 veículos por 15 minutos em uma direção: 300 veículos menor que em rodovias de duas faixas convencionais com largura de 13 m. A capacidade, então, diminui em aproximadamente 15%. O ponto de estrangulamento é a transição de duas para uma faixa em uma direção.

Pedestres e ciclistas não podem usar as rodovias 2 + 1, se não houver ciclovias separadas para eles.

Impacto no meio ambiente

Segundo Carlsson (2009A), as alterações provocadas por impactos e emissões ambientais são pequenas. No tráfego, a velocidade pode alterar entre um e dois trechos, levando a um aumento do consumo de combustível e das emissões de CO₂. As medições não mostram nenhum efeito, uma vez que essa redução da velocidade média, para a totalidade do trecho, compensa o efeito do aumento da variação de velocidade.

O sistema de contenção instalado no meio da pista é uma barreira que permite, por exemplo, que animais, pedestres e ciclistas não possam atravessar a rodovia.

Custos

Os custos do sistema de cabos estão resumidos no capítulo 1.15. Segundo Carlsson (2009A, B), os cus-

tos anuais de manutenção das rodovias 2 + 1 são de aproximadamente SEK 85.000 a 95.000, ou seja, maiores do que os custos em rodovias regulares de 2 faixas com largura de 13 m. Existem autoridades rodoviárias que são responsáveis por cobrir custos. Os custos dos acidentes são de aproximadamente SEK 65.000 a 95.000 por ano – 75% por danos materiais aos veículos e o restante pela manutenção do sistema de cabos. Estes custos são pagos, em parte, pelos condutores e, em parte, pelas seguradoras.

O investimento para converter uma rodovia normal de 13 m em uma rodovia 2 + 1 com sistema de cabos é em média de SEK 2,3 milhões por quilômetro. A conversão para uma semiautoestrada é mais barata, pois custa cerca de 1,5 milhão de coroas suecas por quilômetro.

Avaliações de custo-benefício

A análise do custo-benefício das rodovias 2 + 1 foi realizada na Suécia por Carlsson (2009B). Os resultados sugerem que os benefícios econômicos superam os custos. A análise é feita sob as seguintes condições: a durabilidade é de 40 anos; o volume de tráfego aumenta em 1% ao ano, sendo que o número de mortes diminui em 2% ao ano, e o número de feridos graves diminui em 1% ao ano, devido às melhorias na segurança nos veículos e outras medidas gerais; a taxa de desconto é de 4%; os impostos para os custos de investimentos e de manutenção são calculados em 1,21; o limite de velocidade é de 100 km/h, com um volume de tráfego inalterado antes e após a conversão.

Com base nestes pressupostos, o custo-benefício para a conversão de uma rodovia normal – 13 m de largura – é de 2,6 (o benefício é 2,6 vezes maior que os custos). A relação custo-benefício para uma semiautoestrada é de 6,5.

O limite de velocidade nas rodovias com largura da pista de 13 m geralmente é de 90 km/h. Se o limite de velocidade for elevado a 100 km/h, nas rodovias 2 + 1 a conversão aumenta o custo-benefício para 3,1, devido à economia de tempo de viagem.

Se a vida útil estimada for reduzida em 20 anos, as rodovias 2 + 1 ainda são economicamente mais rentáveis. O custo-benefício para uma rodovia 2 + 1 será de 2,0 e de 4,1 para uma semiautoestrada. Se o limite de velocidade aumentar para 100 km/h, a rodovia 2 + 1 terá um custo-benefício de 2,4.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As autoridades rodoviárias são responsáveis pelo planejamento e pela construção da infraestrutura rodoviária. O Estado formula um programa de desenvolvimento, denominado Plano Nacional do Transporte (PNT), que sinaliza a prioridade sobre as medidas a serem implementadas. As várias autoridades rodoviárias projetam as suas ações, seguindo as orientações do PNT.

Requisitos e procedimentos formais

A rodovia 2 + 1 não é uma solução padronizada ou recomendada na Noruega. O dimensionamento da classe S5 mostra uma rodovia 1 + 1 com pontos de ultrapassagem que podem ser considerados seme-

lhantes a qualquer rodovia 2 + 1. Os requisitos técnicos e os critérios para a construção de rodovias 1 + 1 com trechos de ultrapassagem estão especificados no Håndbok 017, das estradas e projetos. Rodovias 1 + 1 com trechos de ultrapassagem devem ser analisadas pelo Planejamento de Ação e Construção. As exigências para a manutenção de rodovias 1 + 1 com trechos de ultrapassagem estão determinadas no Håndbok 111. O Condado Municipal poderá criar seus próprios padrões de manutenção.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pela execução dos projetos de desenvolvimento aprovados na rede rodoviária encontra-se com as autoridades responsáveis pelas rodovias. A maioria das novas rodovias foi financiada por fundos públicos. Nos últimos anos, o financiamento de pedágios tornou-se mais comum.

REFERÊNCIAS

- AASHTO - American Association of State Highway Transportation Officials (2009), *Manual for Assessing Safety Hardware*, First Edition, AASHTO Publications Order Department, P.O.Box 933538, Atlanta,GA, USA 31193-3538.
- Abdel-Aty, M. & Radwan, A.E. (2000). Modeling traffic accident occurrence and involvement. *Accident Analysis and Prevention*, **32**, 633-642.
- Abdel-Aty, M., & Wang, X. (2006). Crash estimation at signalized intersections along corridors. *Transportation Research Record*, **1953**, 98-111.
- Abdelwahab, W. & Morral, J.F. (1997). Determining the need for and location of truck escape ramps. *Journal of Transportation Engineering*, **123**, 350-356.
- Agent, K.R., Steenbergen, L., Pigman, J.G., Kidd, P.S., McCoy, C. & Pollack, S.H. (2001). Impact of partial graduated driver's license on teen motor vehicle crashes in Kentucky. *Transportation Research Record*, **1779**, 54-61.
- Agerholm, N.; Caspersen, S.; Madsen, J. C. O.; Lahrmann, L. (2008). *Traffic safety on bicycle paths – results from a new large scale Danish study, 6th ICTCT extra workshop, Intersections: Points of communication and points of risk, Innovative intersection design for safety and mobility*. Melbourne, April.
- Agustsson, L.; Lei, K. M. (1994). *Trafiksikkerhedseffekten af cykelbaner på strækninger mellem kryds i byområder*. Notat 12. København, Vejdirektoratet.
- Ahamed, M., Hassan, Y., & Sayed, T. (2008). Modeling driver behavior and safety on freeway merging areas. *Journal of Transportation Engineering*, **134(9)**, 370-377.
- Akcelik, R. (2006). *Operating cost, fuel consumption and pollutant emission savings at a roundabout with metering signals*. Paper presented at the 22nd ARRB Conference – Research into Practice, Canberra Australia.
- Alluri, P., Gan, A., Haleem, K., Miranda, S., Echezabal, E., Diaz, A., & Ding, S. (2012). *Before-and-after safety study of roadways where new medians have been added. Final Report*. Lehman Center for Transportation Research, Florida International University, Miami, FL and Research Center, State of Florida Department of Transportation, Tallahassee, FL.
- Al-Masaeid, H. R. (1997). Impact of pavement condition on rural road accidents. *Canadian Journal of Civil Engineering*, **24(4)**, 523-531.
- Al-Masaeid, H.R. (1999). *Consistency of horizontal alignment under adverse weather conditions*. Road & Transport Research.
- Almkvist, B.; André, T.; Ekblom, S.; Rempler, S-A. *Viltolyckor med vägtrafik (VIOL). Slutrapport. 1980-02-21*. Rapport TU 143. Borlänge, Statens vägverk, Utvecklingssektionen, 1980.
- Amundsen, A. and Kolbenstvedt, M. (2009). *Miljøhåndboken*, <http://miljo.toi.no/>, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, A. H. & R. Elvik (2003). Effects on road safety of new urban arterial roads. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 115-123.
- Amundsen, F. & Engebretsen, A. (2008). *Trafikkulykker i vegtunneler 2. An analyse av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006*. Rapport TS7. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Veg- og trafikkavdelingen, Trafikksikkerhetssesksjonen, Oslo.
- Amundsen, F. H. & F. Hofset (2000). *Om kjøringsveger - en analyse av trafikkulykker og trafikkutvikling*. Rapport TTS 8 2000. Vegdirektoratet, Kontor for trafikkanalyse, Oslo
- Amundsen, F. H. & G. Ranes. (1997). *Vegtrafikkulykker i vegtunneler*. Rapport TTS 9 1997. Vegdirektoratet, Transport- og trafiksikkerhetsavdelingen, Transportanalysekontoret, Oslo.
- Amundsen, F. H. & K. O. Gabestad, (1991). *Oslotunnelen. Erfaringer fra planleggingen og det første driftsåret*. Rapport 14, 1991. Vegdirektoratet, Plan- og anleggsavdelingen, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1993). *Hendelser and havarier i norske vegtunneler. Registreringer 1992*. Rapport 7029. Vegdirektoratet, Plan- og anleggsavdelingen, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1996). *Bilbranner og andre hendelser i norske vegtunneler 1990-95*. Rapport TTS 11 1996. Vegdirektoratet, Transport- og trafiksikkerhetsavdelingen, Transportanalysekontoret, Oslo.
- Amundsen, F. H.; Lie, T. (1984). *Utforkjøring kan begrenses. Temahefte 15 i temaserien Trafikk*. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Anastasopoulos, P. C., Shankar, V. N., Haddock, J. E., & Mannering, F. L. (2012). A multivariate tobit analysis of highway accident-injury-severity rates. *Accident Analysis & Prevention*, **45**, 110-119.
- Anastasopoulos, P. C., Tarko, A. P., & Mannering, F. L. (2008). Tobit analysis of vehicle accident rates on interstate highways. *Accident Analysis & Prevention*, **40(2)**, 768-775.
- Andersen, K. B. (1977). *Uheldsmønsteret på almindelige 4-sporede veje*. RfT-rapport 20. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning (RfT), København.
- Andersen, T.; Nielsen, M. A.; Olesen, S. (2004). Cyklister i kryds. *Dansk Vejtidskrift*, **11**, 18-19.
- Anderson, I.B. & Krammes, R.A. (2000). Speed reduction as a surrogate for accident experience at horizontal curves on rural two-lane highways. *Transportation Research Record*, **1701**, 86-94.
- Anderson, I.B., Bauer, K.M., Harwood, D.W. & Fitzpatrick, K. (1999). Relationship to safety of geometrical design consistency measures for rural two-lane highways. *Transportation Research Record*, **1658**, 43-51.
- Anderson, P. K. og Lund, B. L. C. (2009). *Adfærd ved stopstreg – Fire Københavnske bykryss*, Trafitec for Københavns Kommune.

- Andersson, P. K., la Cour Lund, B., & Greibe, P. (2002). *Omfartsveje - den trafikikkerhedsmæssige effekt*. Rapport 4. Lyngby: Danmarks Transport Forskning.
- Andreassen, H. M. (1993). *Samfunnsøkonomiske kalkyler i TP 10*. ECON-rapport 17/92. Oslo, ECON Senter for økonomisk analyse, Miljøverndepartementet, Samferdselsdepartementet, Statens forurensningstilsyn, Norges Statsbaner og Vegdirektoratet.
- Andreassen, H.P., Gundersen, H. & Storaas, T. (2005). The effect of scent-marking, forest cleaning and supplemental feeding on moose-train collisions. *Journal of Wildlife Management*, **69**, 1125-1132.
- Antoniou, C., Psarianos, B., & Brilon, W. (2011). Induced traffic prediction inaccuracies as a source of traffic forecasting failure. *Transportation Letters: the international journal of transportation research*, **3(4)**, 253-264.
- Armstrong, J. J. (1992). *An evaluation of the effectiveness of Swareflex deer reflectors*. Ontario Ministry of Transportation Research and Development Branch Report No. MAT-91-12.
- Atkins (2005). *Advanced Stop Line Variations – Research Study*, Atkins.
- Bach, O.; Rosbach, O.; Jørgensen, E (1985). *Cykelstier i byer. Den sikkerhedsmæssige effekt*. Næstved, Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger, Vejdatalaboratoriet.
- Backer-Grøndahl, A., Amundsen, A. H., Fyhri, A., & Ulleberg, P. (2007). *Trygt eller truende? Opplevelse av risiko på reisen*, TØI-rapport 913, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Badeau, N., Baass, K. & Barber, P. (1998). *Method proposed to determine the safe and advisory speeds in curves*. Conference of the Transportation Association of Canada, September 20-23, Regina, Saskatchewan.
- Ball, J.P. & Dahlgren, J. (2002). Browsing damage on pine (*Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*) by a migrating moose (*Alces alces*) population in winter: relation to habitat compositions and road barriers. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **17**, 427-435.
- Banks, D. A., Grubb, P. E., McIlveen, A., & Vincent, G. A. (1993). *Replacing a two-way left turn lane with a raised center median on a major commercial strip*. The Cambridge Experience. Ontario.
- Barbaresso, J. C. & B. O. Bair. (1983). Accident Implications of Shoulder Width on Two-Lane Roadways. *Transportation Research Record*, **923**, 90-97.
- Bared, J. & Kaisar, E. (2001). *Advantages of offset T-intersections with guidelines*. *Traffic Safety on Three Continents*. Moscow, Russia.
- Bared, J. G. (2007). *Safety assessment of interchange spacing*. Report FHWA-HRT-07-031. Federal Highway Administration. California; Washington.
- Bared, J., Giering, G.L. & Warren, D.L. (1999). Safety evaluation of acceleration and deceleration lane length. *ITE Journal*, **69**, 50-54.
- Bauer, K.M. & Harwood, D.W. (1998). *Statistical models of accidents on interchange ramps and speed change lanes*. Report FHWA-RD-97-106.
- Bauer, K.M. & Harwood, D.W. (1998). *Statistical models of at-grade intersection accidents – Addendum*. Rapport FHWA-RD-99-094.
- Bauer, K.M. & Harwood, D.W. (2000). *Statistical models of at-grade intersection accidents - addendum*. Report FHWA-RD-99-094
- Beaton, J.L., Field, R. N. & Moskowitz, K. (1962). Median Barriers: One Year's Experience and Further Controlled Full-Scale Tests. *Highway Research Board Proceedings*, **41**, 433-468.
- Beca, Carter Hollings & Ferner Ltd. (1998). *Safety benefits of median barriers on New Zealand motorways*. Transfund New Zealand Research Report No. 107.
- Beilinson, L. (2001). Using transport telematics in preventing animal accidents. *Proceedings of the conference road safety on three continents in Pretoria*, South Africa.
- Bendigeri, V. G. (2009). *Analysis of factors contributing to roadside tree crashes in South Carolina*. Clemson University, AAT 1473302.
- Bendtsen, H. (1992). Rundkørsler reducerer luftforureningen. *Dansk Vejtidskrift*, **10**, 34.
- Benekohal, R. F. & Hashmi, A. M. (1992). Procedures for Estimating Accident Reductions on Two-Lane Highways. *Journal of Transportation Engineering*, **118**, 111-129.
- Bennett, G. T. (1973). Carriageway markings for rural junctions. *Traffic Engineering and Control*, **15**, 137-139.
- Berggrein, B. og Bach, U. (2007). Uheldsevaluering af cykelsymboler og harlakinmønster, *Dansk Vejtidskrift*, **4**, 40-41.
- Bergh, T., Carlsson, A. & Moberg, J. (2005). *2+1 roads with cable barriers – a Swedish success story*.
- Bernetti, G., Dall'Acqua, M., & Longo, G. (2003). *Unsignalized vs. signalised roundabouts under critical traffic conditions: A quantitative comparison*. Paper presented at the European Transport Conference, Strasbourg.
- Bertwistle, J. (1999). The Effects of Reduced Speed Zones on Reducing Bighorn Sheep and Elk Collisions with Vehicles on the Yellowhead Highway in Jasper National Park. *Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*. Held in Missoula, MT, September 13 to 16, 1999, 727-735.
- Billion, C. E. (1956). Effect of Median Barriers on Driver Behavior. *Highway Research Board Bulletin*, **137**, 1-17.
- Billion, C. E., Taragin, A. & Cross, E.C. (1962). Effect of Parkway Medians on Driver Behavior - Westchester County Parkways. *Highway Research Board Bulletin*, **308**, 36-63.
- Billion, C.E. & Parsons, N.C. (1962). Median Accident Study - Long Island, New York. *Highway Research Board Bulletin*, **308**, 64-79.
- Bissonette, J.A. & Hammer, M. (2000). *Effectiveness of earthen return ramps in reducing big game highway mortality in Utah*. Report UT-01.09. Utah Department of Transportation.

- Björketun, U. (1984). *Samband mellan vägbeläggningar och trafikolyckor vid olika väderlek*. VTI-meddelande 393. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Björketun, U. (1991). *Linjeföring samt prediktion av olyckor utifrån linjeföringsdata för vägar projekterade/bygga under 1950-, 1960- respektive 1970-talet*. VTI-meddelande 641. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Bjørnnskau, T. (2004). *Trygghet i transport. Oppfatninger av trygghet ved bruk av ulike transportmidler*, TØI-rapport 702, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnnskau, T. (2005). *Sykkelulykker - ulykestyper, skadekonsekvenser og risikofaktorer*, TØI-rapport 793, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnnskau, T. (2008). *Risiko i trafikken 2005-2007*, TØI-rapport 986, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Blakstad, F. & Giæver, T. (1989). *Ulykkesfrekvenser på vegstrekkninger i tett og middels tett bebyggelse*. Rapport STF63 A89005. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Blamey, G. & Blamey, G. (1990). *The results of a deer survey carried out on an area between Hatfield forest and Dunnow, Essex*. Ove Arup and Partners, London.
- Bligh, R. P., & Mak, K. K. (1999). Crashworthiness of roadside features across vehicle platforms. *Transportation Research Record*, **1690**, 68-77.
- Bolling, A. (2000). *Demonstrationsstråk fr cykel - för och eftermätningar avseende trafikantgruppers beteende - Flöde - Hastighet - Köremönster - Samspell*, VTI meddelande 905, Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Bonneson, J. A. & McCoy, P. T. (1997). *Effect of median treatment on urban arterial safety: an accident prediction model*. Paper 970101. Transportation Research Board, 76th Annual Meeting, January 12-16, 1997, Washington, DC.
- Borger, A.; Frøysadal, E. (1993). *Sykkelundersøkelsen 1992*. TØI-rapport 217. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Borger, A.; Frøysadal, E. (1994). *Sykkelbyprosjektet. Intervjuundersøkelser i sykkelbyene Sandnes og Tønsberg/Notterøy i 1992*. TØI-rapport 234. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bowman, B. L. & R. L. Vecellio. (1994). Effect of urban and suburban median types on both vehicular and pedestrian safety. *Transportation Research Record*, **1445**, 169-179.
- Box, P. C. (1972A). Freeway Accidents and Illumination. *Highway Research Record*, **416**, 10-20.
- Box, P. C. (1972B). Comparison of Accidents and Illumination. *Highway Research Record*, **416**, 1-9.
- Box, P. C. (1976). Effect of Lighting Reduction On an Urban Major Route. *Traffic Engineering*, October 1976, 26-27.
- Boyle, A. J.; Wright, C. C. (1984). Accident 'migration' after remedial treatment at accident blackspots. *Traffic Engineering and Control*, **25**, 260-267.
- Brabander, B.D. & Lode Vereeck, E.N. (2005). Road safety effects of roundabouts in Flanders. *Journal of Safety Research*, **36**, 289-296.
- Brandsæter, P. B. (1973). *Virkinger av omkjøringsvegene ved seks tettsteder på Østlandet. Biri, Eina, Gran, Stange, Nesbyen, Ål*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Brenac, T. (1996). Safety at curves and road geometric standards in some European countries. *Transportation Research Record*, **1523**, 99-106.
- Bretherton, W. M. (1994) Are Raised Medians Safer Than Two-Way Left-Turn Lanes? *ITE-Journal*, December 1994, 20-25.
- Brilon, W. & B. Stuwe. (1991). Kreisverkehrsplätze - Leistungsfähigkeit, Sicherheit und verkehrstechnische Gestaltung. *Strassenverkehrstechnik*, **35**, 296-304.
- Brilon, W., B. Stuwe & O. Drews. (1993). *Sicherheit und Leistungsfähigkeit von Kreisverkehrsplätzen*. FE Nr 77359/91. Lehrstuhl für Verkehrswesen, Ruhr-Universität Bochum.
- Brown, H. & Tarko, A. (1999). Effects of access control on safety of urban arterial streets. *Transportation Research Record*, **1665**, 68-74.
- Bruinderink, G. & Hazebroek, E. (1996). Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology*, **10**, 1059-1067.
- Bruneau, J.-F., Morin, D. & Pouliot, M. (2001). Safety of motorway lighting. *Transportation Research Record*, **1758**, 1-5.
- Brüde, U. & G. Nilsson. (1976). *Prediktionsmodell för trafikolyckor för kvalitetsbestämning av vägars trafiksäkerhet*. VTI-rapport 77. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1977). *En olycksanalys av tvåfältiga huvudvägar med hastighetsbegränsning 90 km/h*. VTI-meddelande 55. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson, J. (1981). *Väggörningar på landsbygd inom huvudvägnätet. Olycksanalys*. VTI-rapport 233. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut (VTI).
- Brüde, U. & J. Larsson. (1985). *Korsningsåtgärder vidtagna inom vägförvaltningarnas trafiksäkerhetsarbete. Regressions- och åtgärdseffekter*. VTI-rapport 292. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1992). *Trafiksäkerhet i tätortskorsningar*. VTI-meddelande 685. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1996). *Breda körfält - effekt på trafiksäkerhet*. VTI-meddelande 807. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1999). *Trafiksäkerhet i cirkulationsplatser avseende motorfordon*. VTI meddelande 865. Väg- och Transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Brüde, U. & Larsson, J. (1987). *Före-efter studier avseende olyckor i landsbygdskorsningar ingående i "Korsningsinventering 1983"*. VTI-meddelande 545. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.

- Brüde, U. & Larsson, J. (1987). *Förskjutna 3-vägs korsningar på landsbygd. Effekt på trafiksäkerhet*. VTI-meddelande 544. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut (VTI).
- Brüde, U. & Nilsson, G. (1976). *Prediktionsmodell för trafikloyckor för kvalitetsbestämning av vägars trafiksäkerhet*. VTI-rapport 77. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Brüde, U., Hedman, K.-O., Larsson, J. & Thuresson, L. (1998). *Design of major urban junctions comprehensive report*. VTI EC Research 2. Linköping, Sweden.
- Brüde, U., J. Larsson & H. Thulin. (1980). *Trafikolyckors samband med linjeföring - för olika belagd bredd, hastighetsgränser, årstid, ljusförhållanden och region*. VTI-meddelande 235. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Bryden, J. E. & Fortuniewicz, J.S. (1986). Performance of highway traffic barriers. *Effectiveness of Highway Safety Improvements*, 242-252 (Carney, J. F. III ed). American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- BTCE (1995). *Evaluation of the black spot program*, report 90, Bureau of Transport and Communication Economics (BTCE), Canberra.
- BTE (2001). *The black spot program 1996-2002 - An evaluation of the first three years*, Report 104, Bureau of Transport Economics (BTE), Canberra.
- Bulpitt, M. (2006). *2+1 Pilot Programme Operational Safety Review and Monitoring*, July 2006 - N20 Interim report 3. National Roads Authority. TMS Consulting.
- Buss, E. (2000). *Using hard shoulders on autobahns as additional traffic lanes*. Conference Traffic Safety on two Continents, Malmö, september, 20-22 (VTI konferens).
- Cairney, P. & McGann, A. (2000). *Relationships between crash risk and geometric characteristics of rural highways*. Austroads Report Nr. 0-85588-555-6.
- Caliendo, C., Guida, M. & Parisi, A. (2007). A crash-prediction model for multilane roads. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 657-670.
- Carlsson, A. & Lundkvist, S.O. (1992). *Breda körfält på motortrafikled. Trafikanteffekter vid alternativ vägbanemålning på motortrafikled*. VTI-meddelande 687. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Carlsson, A. (2009). *Uppföljning mötesfria vägar. Slutrapport*. VTI-Rapport 636/2009.
- Carlsson, A. (2009A). *Evaluation of 2+1 roads with cable barrier. Final report*. VTI rapport 636A.
- Carlsson, A. (2009B). *Uppföljning av mötesfria vägar. Slutrapport*. VTI rapport 636.
- Carlsson, A., Brüde, U. & Bergh, T. (2001). *Utvärdering av alternativ 13 m väg. Halvårsrapport 2001:1*. VTI notat 69-2001. Väg- och Transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Castro, M., Paleti, R., & Bhat, C. R. (2013). A spatial generalized ordered response model to examine highway crash injury severity. *Accident Analysis & Prevention*, **52**, 188-203.
- Cedersund, H.-Å. (1983). *Olyckor i tätortskorsningar*. VTI-meddelande 362. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Cedersund, H.-Å. (1983A). *Cirkulationsplatser*. VTI-meddelande 361. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Cedersund, H.-Å. (1983B). *Olyckor i tätortskorsningar*. VTI-meddelande 362. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Cena, L., Keren, N., & Li, W. (2007). *A full Bayesian assessment of the effects of highway bypasses on crashes and crash rates*. Paper presented at the 2007 Mid-Continent Transportation Research Symposium.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2006). Injuries from motor-vehicle collisions with moose--Maine, 2000-2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, **55**, 1272-1274.
- Cervero, R. (2003). Are induced-travel studies inducing bad investments? *Access*, **22**, 22-27.
- Cervero, R., & Hansen, M. (2002). Induced travel demand and induced road investment - a simultaneous equation analysis. *Journal of Transport Economics and Policy*, **36**(3), 469-490.
- Chen, H., Liu, P., Lu, J. J., & Behzadi, B. (2009). Evaluating the safety impacts of the number and arrangement of lanes on freeway exit ramps. *Accident Analysis & Prevention*, **41**(3), 543-551.
- Chen, H., Zhou, H., & Lin, P.-S. (2014). Freeway deceleration lane lengths effects on traffic safety and operation. *Safety Science*, **64**, 39-49.
- Chengye, P., & Ranijatkar, P. (2013). *Modelling motorway accidents using negative binomial regression*. Paper presented at the Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies.
- Chimba, D., Emaasit, D., Allen, S., Hurst, B., & Nelson, M. (2014). Factors affecting median cable barrier crash frequency: New insights. *Journal of Transportation Safety & Security*, **6**(1), 62-77.
- Chin, H. C., & Quddus, M. A. (2003). Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, **35**, 253-259.
- Chitturi, M. V., Ooms, A. W., Bill, A. R., & Noyce, D. A. (2011). Injury outcomes and costs for cross-median and median barrier crashes. *Journal of Safety Research*, **42**, 87-92.
- Choueiri, E. M. & Lamm, R. (1987). *Rural Roads Speed Inconsistencies Design Methods: Part I, Operating Speeds and Accident Rates on Two-Lane Rural Highway Curved Sections*. Department of Civil and Environmental Engineering, Clarkson University, NY.
- Christensen, P. & Ragnøy, A. (2006). *Vegdekkets tilstand og trafikksikkerhet*. Rapport 840/2006. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Christensen, P. (1988). *Utbedringer av ulykkespunkter på riksveger og kommunale veger i perioden 1976-1983. Erfaringsrapport*. TØI-rapport 0009. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Christie, A. W. (1966). Street Lighting and Road Safety. *Traffic Engineering and Control*, **7**, 229-231.

- Cirillo, J. A. (1967). Interstate System Accident Research - Study II. *Highway Research Record*, **188**, 1-7.
- Cirillo, J. A. (1968). Interstate System Accident Research Study II, Interim Report II. *Public Roads*, **35**, 71-75.
- Cirillo, J. A. (1992). *Safety Effectiveness of Highway Design Features. Volume 1. Access Control*. Report FHWA-RD-91-044. Washington DC, US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- City of Portland (1999). *Portland's Blue Bike Lanes – Improved Safety Through Enhanced Visibility*, City of Portland, Office of Transportation, Portland.
- Claessen, J. G. & D. R. Jones. (1994). *The road safety effectiveness of wide raised medians*. Proceedings 17th ARRB Conference, Part 5, 269-284. South, Australian Road Research Board, Vermont.
- Claesson, B.; Sjölander, K. (1985). *Kriterier för separering av cykeltrafik*. ARGUS. (Sitert etter Gårder, P.; Junghard, O.; Leden, L.; Thedéen, T. Metoder för att sammanväga resultat från olika utredningar - tillämpat på cyklisters trafiksäkerhet. Preliminär rapport. Stockholm, Kungliga Tekniska Högskolan, Trafikplanering, juni 1991).
- Clevenger, A.P. & Waltho, N. (2005). Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological conservation*, **121**, 453-464.
- Clevenger, A.P., Chruszcz, B. & Gunson, K.E. (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*, **29**, 646-653.
- Coates, N. (1999). *The safety benefits of cycle lanes*, Velo-city '99, Graz-Maribor.
- Coleman, R. R. & Sacks, W. L. (1967). An Investigation of the Use of Expanded Metal Mesh as an Anti-Glare Screen. *Highway Research Record*, **179**, 68-73.
- Corben, B. F., Deery, H. A., Mullan, N. G., & Dyte, D. S. (1997). *The general effectiveness of countermeasures for crashes into fixed roadside objects*. Monash University, report 1997/02.
- Corben, B. F.; Ambrose, C.; Wai, F. C. (1990). *Evaluation of accident black spot treatments*. Report 11. Monash University (Melbourne, Australia), Accident Research Centre.
- Corben, B. og Hamish, A. D. (1998). *Road Engineering countermeasures: An evaluation of their effectiveness and in-depth investigations of the unsuccessful treatments*. Road Engineering Association of Asia and Australian (REEAAA), 9th conference, Wellington, New Zealand, 1, 197-2002.
- Corben, B., C. Ambrose & F. C. Wai. (1990). *Evaluation of accident black spot treatments*. Report 11. Monash University (Melbourne, Australia), Accident Research Centre, Melbourne, Australia.
- Corben, B., Deery, H., Mullan., N., & Dyte, D. (1997). *The general effectiveness of countermeasures for crashes into fixed roadside objects*. Monash University Accident Research Centre. Report No 111.
- Corben, B., Newstead, S., Diamantopoulou, K. & Cameron, M. (1996). *Result of an evaluation of TAC funded accident black spot treatment*. 18th ARRB Transport Research Conference, Christchurch.
- Corben, B., Scully, J., Newstead, S. og Candappa, N. (2008). *An evaluation of the effectiveness of a large scale accident black spot program*. 23rd PIARC Road World Conference, Paris.
- Cottrell, B.H. (2003). *Evaluation of deer warning reflectors in Virginia*. Technical Assistance Report VTRC 03-TAR6. Charlottesville, Virginia: Virginia Transportation Research Council.
- Council, F. & Steward, J. (1999). Safety effects of the conversion of rural two-lane to four-lane roadways based on cross-sectional models. *Transportation Research Record*, **1665**, 35-43.
- Council, F.M. (1998). Safety benefits of spiral transitions on horizontal curves on two-lane rural roads. *Transportation Research Record*, **1635**, 10-17.
- COWI-consult; Vejdirektoratet (1990). *Cykelruter i 4 byer. Sikkerhedsmæssig effekt*. København, COWI-consult og Vejdirektoratet.
- Craus, J. & Mahalel, D. (1986). Analysis of Operation and Safety Characteristics of Left-Turn Lanes. *ITE-Journal*, July, 34-39.
- CROW (2007). *Design manual for bicycle traffic*, Ede, Nederland.
- D'Angelo, G.J., Warren, R.J., Miller, K.V. & Gallagher, G.R. (2004). *Evaluation of strategies designed to reduce deer-vehicle collisions*. Report. Georgia Department of Transport.
- Dagersten, A. (1992). *Roundabouts in Switzerland and Sweden*. Thesis 72. University of Lund, Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering, Lund, Sweden.
- Daniello, A., & Gabler, H. C. (2011). Fatality risk in motorcycle collisions with roadside objects in the United States. *Accident Analysis & Prevention*, **43**(3), 1167-1170.
- Danielsson, S. (1987). *Trafiksäkerhetseffekter vid en dämpning av gatubelysningen*. VTI-rapport 315. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Davis, G.A. & Pei, J. (2005). *Bayesian Reconstruction of Median-Crossing Crashes and Potential Effectiveness of Cable Barriers*, T.R.R. No. 1908, pp.141-147.
- Dearinger, J. A.; Hutchinson, J. W. (1970). Cross Section and Pavement Surface. Chapter 7 of *Traffic Control and Roadway Elements – Their Relationship to Highway Safety*. Revised Edition. Washington, DC, Highway Users Federation for Safety and Mobility, 1970.
- Delaney, A., Langford, J., Corben, B. F., Newstead, S. V., & Jacques, N. (2002). *Roadside environment safety*. Contract report prepared for RACV by Monash University Accident Research Centre.
- Delays, N. J., & Parada, L. O. (1986). *Rollover potential of vehicles on embankments, sideslopes and other roadside features*. Volume II-technical report. Report no. FHWARD-86-164. Washington, DC: Federal Highway Administration.

- DeLuca, F. J. (1986). Effect of Lane Width Reduction on Safety and Flow. *Effectiveness of Highway Safety Improvements*. Proceedings of the Conference, 218-230 (Carney, J. F. ed). American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- Department for Transport (2009). *Signal controlled roundabouts*. Local Transport Note 1/09. London: Department for Transport.
- Dietrichs, B. (1991). *Gang- og sykkelveger i Buskerud. Trafikksikkerhet. Sykkel som transportmiddel*. Drammen, TS-konsult.
- Dijkstra, A. (1990). *Problemsituaties op verkeersaders in de bebouwde kom: Tweede fase: Selectie van problemsituaties*. SWOV Rapport R-90-13. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Dill, J., Monsere, C. M., & McNeil, N. (2012). Evaluation of bike boxes at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 44(1), 126-134.
- Dodd, N.L., Gagnon, J.W. & Schweingsburg, R.E. (2003). *Evaluation of Measures to minimize wildlife-vehicle collisions and maintain wildlife permeability across highways in Arizona, USA*. ICOET 2003 Proceedings, 353-354.
- Domhan, M. (1985). Die Bewährung von Schutzplanken in der Praxis. *Strassenverkehrstechnik*, Heft 6, 201-206.
- Donnell, E.T. & Mason, J.M. (2004). *Predicting the Severity of Median Related Crashes in Pennsylvania by using Logistic Regression*, T.R.R. No. 1897, pp. 55-63
- Donnell, E. T., & Mason, J. M. (2006). Predicting the frequency of median barrier crashes on Pennsylvania interstate highways. *Accident Analysis & Prevention*, 38(3), 590-599.
- Dotson, V. E. (1982). *An Evaluation of the Thirty-Foot Clear Zone*. Master of Science Thesis, University of Illinois, Urbana, Ill, 1974 (sitert etter Graham og Harwood, 1982).
- Downing, A.; Sayer, I.; Zaheer-Ul-Islam, M. (1993). *Pedestrian Safety in the Developing World*. Proceedings of Conference on Asian Road Safety 1993 (CARS '93), Chapter 7, 10-25. Kuala Lumpur, published by OECD and others.
- Duff, J. T. (1971). The effect of small road improvements on accidents. *Traffic Engineering and Control*, 12, 244-245.
- Dumbaugh, E. (2005). Safe streets, livable streets. *Journal of the American Planning Association*, 71(3), 283-300.
- Eagan, M., Petticrew, M., Ogilvie, D., & Hamilton, V. (2003). New roads and human health: A systematic review. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1463-1471.
- Ebbesen, E. B.; Haney, M. (1973). Flirting with Death: Variables Affecting Risk Taking at Intersections. *Journal of Applied Social Psychology*, 3, 303-324.
- ECMT/OECD (1995). *Urban travel and sustainable development*. Paris, OECD.
- Eick, H. & G. Vikane. (1992). *Verknaden av URF-tiltak i Hordaland*. Rapport. Statens vegvesen Hordaland, Trafikkseksjonen, juli 1992. Bergen.
- Eigen, A. M. (2005). *Rollover crash mechanisms and injury outcomes for restrained occupants*. Report DOT HS 809 894. Washington DC: National Center for Statistics and Analysis. National Highway Traffic Safety Administration.
- Eisele, W.L., Frawley, W.E. & Toycen, C.M. (2004). *Estimating the impact of access management techniques: Final results*. Report FHWA/TX-04/0-4221-2.
- Elias, W., & Shiftan, Y. (2011). The safety impact of land use changes resulting from bypass road constructions. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1120-1129.
- Elvik, R. & R. Muskaug. (1994). *Konsekvensanalyser og trafikksikkerhet. Metode for beregning av konsekvenser for trafikksikkerheten av tiltak på vegnettet*. TØI-rapport 0281. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. & U. Rydningen. (2002). *Effektikatalog for trafikksikkerhetstiltak*. TØI rapport 572. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1985). *Regresjonseffekt i ulykkespunkter. En empirisk undersøkelse på riksveger i Vest-Agder*. Arbeidsdokument av 9.9.1985 (prosjekt O-1146). Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1987). *Trafikksikkerhetstiltak gjennomført på riksveger i 1986. Beskrivelse av omfang, nytte og kostnader*. TØI-notat 0844. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1990). *Gang- og sykkelveggers virkning på trafikulykker. En før og etterundersøkelse i Østfold og Aust-Agder*. TØI-rapport 63. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1991). *Ulykkesrisikopåriksveger 1986-89*. TØI-rapport 81. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1993). *Hvor rasjonell er trafikksikkerhetspolitikken? En analyse av investeringsprogrammet på Norsk veg- og vegtrafikkplan*. Rapport 175. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1995). A meta-analysis of evaluations of public lighting as accident countermeasure. *Transportation Research Record*, 485, 112-23.
- Elvik, R. (1996). *Enbetskostnader for veg- og trafikktekniske tiltak*. Arbeidsdokument TST/0722/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1997). Evaluations of road accident blackspot treatment: a case of the Iron Law of evaluation studies? *Accident Analysis and Prevention*, 29, 191-199.
- Elvik, R. (1999). *Cost-benefit analysis of safety measures for vulnerable and inexperienced road users*, TØI-rapport 435, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (2001). *Nytte-kostnadsanalyse av ny rekkverksnormal*. TØI-rapport 547/2001. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2002). Optimal speed limits: the limits of optimality models. *Transportation Research Record*, 1818, 32-38.
- Elvik, R. (2004). Effects on road safety of converting intersections to roundabouts – review of evidence from non-U.S. studies. *Transportation Research Record*, 1897, 200-205.
- Elvik, R. (2007). *State-of-the-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road networks*. TØI-rapport 883, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Elvik, R. (2009). Developing accident modification functions. *Transportation Research Record*, **2103**, 18-24.
- Elvik, R., & Amundsen, A. H. (2000). *Improving road safety in Sweden*. TØI report 490/2000. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., Amundsen, F. H., & Hofset, F. (2001). Road safety effects of bypasses. *Transportation Research Record*, 1758, 13-20.
- Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A.H. (2004). *Speed and road accidents. An evaluation of the power modell*. TØI-report 740/2004. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R., Mysen, A.B. & Vaa, T. (1997). *Trafikksikkerhetsbåndboken*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Engel, U. & Krogsgård Thomsen, L. (1983). *Trafiksanering på Østerbro*. Del 1 - ulykkesanalyse. RfT-notat 1/1983. København, Rådet for Trafikksikkerhedsforskning (RfT).
- Eriksen, T. (1993). *Analyse av utforkjøringsulykker i Akershus fylke 1987-92. Hovedoppgave i samferdselsteknikk*. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Erke, A., & Elvik, R. (2006). *Effektikatalog for trafikksikkerhetstiltak (Road safety measures: A catalogue of estimated effects)*. TØI-Report 851/2006. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Erke, A. og Elvik, R. (2007). *Nyttekostnadsanalyse av skadeforebyggende tiltak*. TØI-rapport 933, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- ETSC (2010). *Reducing deaths on rural roads*. PIN Flash 18.
- EU (2003). *Road infrastructure safety management*. European Commission, DG Energy and Transport, High Level Group Road safety.
- Enxnicios, J. F. (1967). Accident Reduction Through Channelization of Complex Intersections. *Improved Street Utilization Through Traffic Engineering*, 160-165. Highway Research Board, Special Report 93. Washington, DC, Highway Research Board, 1967.
- Farrell, T.M., Sutton, J.E., Clark, D.E., Horner, W.R., Morris, K.I., Finison, K.S., Menchen, G.E. & Cohn, K.H. (1996). Moose-motorvehicle collisions. An increasing hazard in northern New England. *Archives of Surgery*, **131**, 377-381.
- Faulkner, C. R. & Eaton, J. E. (1977). *Accident investigation and prevention by applying the location sampling technique to rural crossroads*. TRRL Laboratory Report 780. Crowthorne, Berkshire, Transport and Road Research Laboratory.
- Fildes, B., Corben, B., Morris, A., Oxley, J., Pronk, N., Brown, L., & Fitzharris, M. (2000). *Road safety environment and design for older drivers*. (Report AP-R169). Sydney, Australia: Austroads.
- Finder, R.A., Roseberry, J.L. & Woolf, A. (1999). Site and landscape conditions at white-tailed deer/vehicle collision locations in Illinois. *Landscape and Urban Planning*, **44**, 77-85.
- Fink, K. L. & R. A. Krammes. (1995). *Tangent length and sight distance effects on accident rates at horizontal curves on rural, two-lane highways*. Paper No 950616, 74th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 22-28, Washington DC.
- Fink, K.L. & Krammes, R.A. (1995B). Tangent length and sight distance effects on accident rates at horizontal curves on rural two-lane highways. *Transportation Research Record*, **1500**, 162-168.
- Finnra (2009). *Safety of roadside area. Analysis of full-scale crash tests and simulations*. Finnra reports 10/2009. Helsinki. Finnra.
- Fisher, A. J. (1977). Road lighting as an accident countermeasure. *Australian Road Research*, **7**, 4, 3-15.
- Fitzpatrick, K. (2000). *Evaluation of design consistency methods for two-lane rural highways*. Executive summary. Report FHWA-RD-99-173.
- Fitzpatrick, K., Lord, D., & Park, B.-J. (2008). Accident modification factors for medians on freeways and multilane rural highways in Texas. *Transportation Research Record*, **2083**, 62-71.
- Fjordback, M., Lahrman, L. og Sørensen, M. (2007). *Detailudformning af cykelstier i kryds - En undersøgelse basert på skadedata*, Trafikdage på Aalborg Universitet, Aalborg.
- Flagstad, K. (1990). *Før-etter analyse av trafikksikkerhetstiltak i Bergen*. Hovedoppgave I samferdselsteknikk. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Flannery, A. & T. K. Datta (1996). *Modern Roundabouts and Traffic Crash Experience in the United States*. Paper 960658. Transportation Research Board 75th Annual Meeting January 7-11, 1996 Washington D.C.
- Flannery, A., Eleferiadou, L., Koza, P., McFadden, J. (1998). Safety, delay, and capacity of single-lane roundabouts in the United States. *Transportation Research Record*, **1646**, 63-70.
- Flatley, D., Reyner, L.A., Horne, J.A. (2004). *Sleep-related crashes on sections of different road types in the UK (1995-2001)*. UK Department for Transport Road Safety Research Report, No. 52.
- Foley, J. L. (1967). Major Route Improvements. *Improved Street Utilization Through Traffic Engineering*, 166-171. Highway Research Board Special Report 93. National Research Council, Highway Research Board, Washington DC.
- Folles, E., Ijsselstijn, J., Hogema, J.H. & van der Horst, A.R.A (1999). *Dynamic public lighting*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management: Cover report.
- Forckenbrock, D.J. & Foster, N.S.J. (1997). Accident cost savings and highway attributes. *Transportation*, **24**, 97-100.
- Ford, S.G. & Villa, S.L. (1993). *Reflector use and the effect they have on the number of mule deer killed on California highways*. Report FHWA/CA/PD94/01. Sacramento, California Department of Transport.
- Fosser, S. (1988). *Kjøre- og hviletidsbestemmelsernes betydning for trafikksikkerheten*. TØI-rapport 8. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fowler, M. (2005). *The effects of the pages Road Cycle lane on Cyclist Safety and Traffic Flow Operations*, ENCI 495 project Report, Bachelor prosjekt, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.

- Foyster, M. J. & M. Thompson. (1986). *The effect of road lighting improvements in Westminster on road accidents*. Proceedings of Seminar P held at the PTRC Summer Annual Meeting, University of Sussex, England, 14-17 July 1985, 161- 172. PTRC, Sussex, England.
- Frawley, W. E., & Eisele, W. L. (2004). *Crash analyses of raised medians and driveway density: How access management makes communities safer*. Paper presented at the 9th National Conference on Transportation Planning for Small and Medium-Sized Communities.
- Fridstrøm, L. & Ingebrigtsen, S. (1991). An aggregate accident model based on pooled, regional time-series data. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 363-378.
- Friis, A., N. O. Jørgensen & I. Schiøtz. (1976). *Færdselsuheld og vejbelysning under oliekrisen*. En undersøgelse af om den neddæmpede vejbelysning under oliekrisen i vinteren 1973/74 havde nogen virkning på færdselsuheldstallet. RFT-notat 129. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning (RFT), København.
- Frost, U. & Keller, H. (1990). *Empirical studies on extra-wide highways in Bavaria*. European Transport and Planning 18th summer annual meeting, Sussex.
- Frøysadal, E. (1988). *Sykkelstenes transportarbeid og risiko*. TØI-notat 883. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fulton, L. M., Noland, R. B., Meszler, D. J., & Thomas, J. V. (2000). A statistical analysis of induced travel effects in the U.S. Mid-Atlantic region. *Journal of Transportation and Statistics*, **3**(1), 1-14.
- Furuset, E. (1987). *Mange roper påtungetiltak. Foredrag under kurset "Samordnet trafiksikkerhetsarbeid", arranger av Norske Sivilingeniørers Forening, Gol, mars 1987*. Norske Sivilingeniørers Forening, Oslo.
- Gabestad, K. O. (1981). *En trafikkøkonomisk analyse av lønnsomheten av en reduksjon i kravet til vegers linjeføringsstandard*. TØI-notat 599. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Gabestad, K. O. (1989). *Gang/sykkelveg gjennom Åsen i Nord-Trøndelag. Før/etterundersøkelse*. TØI-notat 903. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Gabler, H. C. (2007). *The risk of fatality in motorcycle crashes with roadside barriers*. Twentieth International Conference on Enhanced Safety of Vehicles, Paper No. 07-0474, Lyons, France.
- Gabler, H.C., Gabauer, D.J. & Bowen, D. (2005). *Evaluation of cross median crashes*. Report FHWA-NJ-2005-04.
- Galati, J. V. (1970). *Study of Box-Beam Median Barrier Accidents*. Highway Research Board Special Report 107, Highway Safety, 133-139.
- Garber, N. & Erhard, A. (2000). Effect of speed, flow, and geometric characteristics on crash frequency for two-lane highways. *Transportation Research Record*, **1717**, 76-83.
- Garber, N.J. & Gadirau, R. (1988). *Speed variance and Its influence on accidents*. Report 1988-07-00, AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC.
- Garber, N.J. & Wu, L. (2001). *Stochastic models relating crash probabilities with geometric and corresponding traffic characteristics*. Center for Transportation Studies at the University of Virginia: Research Report No. UVACTS-5-15-74.
- Garcia, A. & Romero, M.A. (2006). *Experimental Observation of Vehicle Evolution on a Deceleration Lane with Different Lengths*. Transportation Research Board, Washington, DC.
- Gardner, C. (1998). Re-thinking urban lighting. *Lighting Journal*, **63**, 18-19.
- Garner, G. R. & R. C. Deen. (1973). Elements of Median Design in Relation to Accident Occurrence. *Highway Research Record*, **432**, 1-11.
- Gates, T. J., Noyce, D. A., & Stine, P. H. (2006). Safety and Cost-Effectiveness of Approach Guardrail for Bridges on Low-Volume Roads. *Transportation Research Record*, **1967**, 46-57.
- Gattis, J. L., Alguire, M. S. & Narla, S. R. K. (1996). Guardrail End-Types, Vehicle Weights, and Accident Severities. *Journal of Transportation Engineering*, **12**, 210-214.
- Gattis, J. L., Balakumar, R., & Duncan, L. K. (2005). Effects of rural highway median treatments and access. *Transportation Research Record*, **1931**, 99-107.
- Gazzini, E. (2008). *The implementation of a 2+1 road scheme in Ireland: a case for Australia?* 2nd Local road safety and traffic engineering conference, Queensland, Australia.
- Geedipally, S. R., Lord, D., & Dhavala, S. S. (2012). The negative binomial-Lindley generalized linear model: Characteristics and application using crash data. *Accident Analysis & Prevention*, **45**, 258-265.
- Gens, M. (2001). *Moose crash test dummy*. VTI särtryck 342.
- Gibby, A.R. & Clewell, R. (2006). *Evaluation of wildlife warning systems and other countermeasures*. Report NV-RTD-06-010. Nevada Department of Transportation.
- Gilbert, J.R. (1982). *Evaluation of deer mirrors for reducing deer-vehicle collisions*. Report FHWA/RD/82/061. Washington, DC.
- Giæver, T. & Holt, A. G. (1994). *Ukanaliserte kryss med passeringslomme - utbredelsen av denne type kryss, og sikkerhet i disse*. Rapport STF63 A93003. Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk.
- Giæver, T. (1990). *Ulykkesfrekvenser i rund kjøring og signalregulerte kryss*. STF63 A90002. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Giæver, T. (1997). *Rundkjøring i Hordaland – ulykkesanalyser, utforming og trafikantatferd*. Rapport STF22 A97601. SINTEF Bygg og miljøteknikk, samferdsel, Trondheim.
- Giæver, T. (1999). *Før-/etterundersøkelse av ulykkespunkter og strekninger med spesiell skilting*. SINTEF rapport STF22 A99554.
- Giæver, T. (1999). *Tiltak for reduksjon av strekningsulykker*. Delrapport 1: Før-/etterundersøkelser av ulykkespunkter og strekninger med spesiell skilting, Rapport STF22 A99554, SINTEF, Trondheim.

- Giæver, T. (2000). *Rundkjøringer – sammenheng mellom geometrisk utforming og ulykker*. SINTEF rapport STF22 A00558.
- Glad, R.W., Albin, R.B., McIntosh, D.M. & Olson, D.K. (2002). *Median treatment study of Washington state highways*. Washington State Department of Transportation: Report WA-RD-516.1.
- Glenn, G. D., Tyler, P., Hengst, B., Huang, E., & Quail, D. (2009). *Enhanced roundabout metering*. Paper presented at the 16th ITS World Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services. Stockholm, Sweden.,
- Glennon, J. C. & Tamburri, T.N. (1967). Objective Criteria for Guardrail Installation. *Highway Research Record*, **174**, 184-206.
- Goble, C. (1994). *Improving road safety – reducing four lane arterials to two: the effects*. 17th ARRB Conference, Queensland, Vol 17(5), 303-321.
- Goldstine, R. (1991). Influence of Road Width on Accident Rates by Traffic Volume. *Transportation Research Record*, **1318**, 64-69.
- Golob, T.F., Recker, W.W. & Alvarez, V.M. (2004). Safety aspects of freeway weaving sections. *Transportation Research Part A*, **38**, 35-51.
- González, R. M., & Marrero, G. A. (2012). Induced road traffic in Spanish regions: A dynamic panel data model. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **46(3)**, 435-445.
- Good, M. C. & Joubert, P. N. (1973). *A review of roadside objects in relation to road safety*. University of Melbourne, Department of Mechanical Engineering, 1971 (Published by Australian Government Publishing Service, 1973, as Report no NR/12 by Expert Group on Road Safety), Australia.
- Good, M. C., Fox, J. C., & Joubert, P. N. (1987). An in-depth study of accidents involving collisions with utility poles. *Accident Analysis & Prevention*, **19(5)**, 397-413.
- Goodwin, P., & Noland, R. B. (2003). Building new roads really does create extra traffic: A response to Prakash et al. *Applied Economics*, **35(13)**, 1451-1457.
- Gordon, K. & Anderson, S. (2003). *Evaluation of an underpass installed in US Highway 30 at Nugget Canyon, Wyoming, for migrating mule deer*. Report FHWA-WY-03/01F.
- Gordon, K.M., Anderson, S.H., Gribble, B. & Johnson, M. (2001). *Evaluation of the FLASH (Flashing Light Animal Sensing Host) system in Nugget Canyon, Wyoming*. Report FHWA-WY-01/03F, University of Wyoming, Laramie, WY.
- Gorham, R. (2009). *Demystifying induced travel demand*. Sustainable Urban Transport Technical Document, GTZ, Frankfurt.
- Graham, J. L., & Harwood, D. W. (1982). *Effectiveness of Clear Recovery Zones*. National Cooperative Highway Research Program Report 247. Washington DC, Transportation Research Board.
- Green, H. (1977). *Accidents at off-side priority roundabouts with mini or small islands*. TRRL Laboratory Report 774. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Gregory, M.; Jarrett, D. F. (1994). The long-term analysis of accident remedial measures at high-risk sites in Essex. *Traffic Engineering and Control*, **35**, 8-11.
- Greibe, P. (2003). Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis & Prevention*, **35(2)**, 273-285.
- Griffin, L.I. (1984). How Effective are Crash Cushions in Reducing Deaths and Injuries? *Public Roads*, March 1984, 132-134.
- Grimes, A., & Liang, Y. (2008). Bridge to somewhere: Valuing Auckland's Northern motorway extensions. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, **44(3)**, 287-315.
- Grzebieta, R., Jama, H., Bambach, M., Friswell, R., McIntosh, A., & Favand, J. (2010). *Motorcycle crashes into roadside barriers Stage 1: Crash characteristics and causal factors*. IRMRC Research Report. NSW Injury Risk Management Research Centre (IRMRC). The University of New South Wales, Australia.
- Gulen, S., McCabe, G., Anderson, V.L., Rosenthal, I. & Wolfe, S.E. (2006). *Evaluation of wildlife reflectors in reducing vehicle-deer collisions on Indiana interstate I-80/90*. Indiana Department of Transport, TRB Annual Meeting 2006.
- Gundersen, H., Andreassen, H. P. & Storaas, T. (1998). Spatial and temporal correlates to Norwegian moose-train collisions. *Alces*, **34**, 384-394.
- Gundersen, H., Andreassen, H. P. and Storaas, T. (2004) Supplemental feeding of migratory moose (Alces alces): Forest damage at two spatial scales. *Wildlife Biology*, **10**, 213-223.
- Gunther, K.A., Biel, M.J. & Robison, H.L. (1998). *Factors Influencing the Frequency of Road-killed Wildlife in Yellowstone National Park*. In the Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. Held in Fort Myers, FL, February 9 to 12, 1998, pp. 395 to 405.
- Gårder, P.; Leden, L.; Pulkkinen, U. (1998). *Measuring the Safety Effect of Raised Bicycle Crossings Using a New Research Methodology*, Transportation Research Record, 1636, 64-70.
- Haakenaasen B. (1980). *Virkninger av trafikkløsninger*. Korttidsvirkninger av omkjøringsvegen på Gol. Rapport. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hagen, K-E. (1991). *Veg- og trafikktjenestiske tiltak i det samfunnsmessige regnskapssystemet for trafikkeulykker (SRT)*. Arbeidsdokument TST/0307/91. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1993). *Samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkeulykker og trafikk-sikkerhetstiltak*. TØI-rapport 0182. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1994). *Rullering av samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkeulykker og trafikk-sikkerhetstiltak (SRT) for 1992*. Arbeidsdokument TST/0570/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Haikonen, H. & Summala, H. (2001). Deer-vehicle crashes – Extensive peak at 1 hour after sunset. *American Journal of Preventive Medicine*, **21**, 209-213.
- Haleem, K., Gan, A., & Lu, J. (2013). Using multivariate adaptive regression splines (mars) to develop crash modification factors for urban freeway interchange influence areas. *Accident Analysis & Prevention*, **55**, 12-21.

- Hall, J. W. & M. Polanco de Hurtado. (1992). Effect of Intersection Congestion on Accident Rates. *Transportation Research Record*, **1376**, 71-77.
- Hall, J. W. & O. J. Pendleton (1990). Rural Accident Rate Variations with Traffic Volume. *Transportation Research Record*, **1281**, 62-70.
- Hall, J.W. (1982). Guardrail Installation and Improvement Priorities. *Transportation Research Record*, **868**, 47-53.
- Hall, R. D. & M. McDonald. (1988). *Junction design for safety*. Paper presented at Roads and Traffic 2000, International Road and Traffic Conference, Berlin, 6-9 September 1988. Proceedings, Vol 4-2, 147-151.
- Hallenbeck, M. E., Briglia Jr, P. M., Howard, Z. N., & St Martin, A. (2013). *In-service evaluation of major urban arterials with landscaped medians-phase III*. Report WA-RD 636.3. Washington State Transportation Center (TRAC), University of Washington. Seattle, Washington.
- Hammer, C. G. (1969). Evaluation of Minor Improvements. *Highway Research Record*, **286**, 33-45.
- Hanley, K.A., Gibby, A. & Ferrara, T. (2000). Analysis of accident reduction factors on California state highways. *Transportation Research Record*, **1717**, 37-45.
- Hanley, K.A., Gibby, A. & Ferrara, T. (2000). *Analysis of accident reduction factors on California state highways*. Paper presented at the 79th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 1717, 37-45. Washington DC.
- Hanna, J. T., Flynn, T. E. & Tyler, W. E. (1976). Characteristics of Intersection Accidents in Rural Municipalities. *Transportation Research Record*, **601**, 79-82.
- Hansen, M. (1995). Do new highways generate traffic? *Access*, **7**.
- Harland, G.; Gercans, R. (1993). *Cycle Routes*. Project Report 42.Crowthorne, Berkshire, Transport Research Laboratory.
- Harnen, S., Umar, R.S.R., Wong, S.V. & Hashim, W.I.W. (2003). Motorcycle crash prediction model for non-signalized intersections in Malaysia. *IATSS Research – Transportation*, **27(2)**, 58-65.
- Harwood, D. W. & A. D. St John. (1985). *Passing lanes and other operational improvements on two-lane highways*. Report FHWA/RD-85/028. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Harwood, D. W. (1986). *Multilane Design Alternatives for Improving Suburban Highways*. National Cooperative Highway research Program Report 282. National Research Council, Transportation Research Board, Washington DC.
- Harwood, D. W., Council, F. M., Hauer, E., Hughes, W. E., & Vogt, A. (2000). *Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways*. Report FHWA-RD-99-207. Midwest Research Institute, Kansas City, Missouri.
- Harwood, D.W. (1990). *Effective Utilization of Street Width on Urban Arterials*. NCHRP Report 330, Transportation Research Board.
- Harwood, D.W. (2003). *Relationship between lane width and speed: review of the literature*. Prepared for the Columbia Pike Street Space Planning Task Force by the Parsons Transportation Group, September 2003.
- Harwood, D.W., Bauer, K.M., Potts, I.B., Torbic, D.J., Richard, K.R., Kohlmann Rabbani, E.R., Hauer, E. & Elefteriadou, L. (2002). *Safety effectiveness of intersection left- and right-turn lanes*. Report FHWA-RD-02-089.
- Harwood, D.W., Council, F.M., Hauer, E., Hughes, W.E., and Vogt, A. (1999). *Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways*. Publication No. FHWA-RD-99-207, U.S. DOT, Federal Highway Administration, Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean, VA.
- Harwood, D.W., Pietrucha, M.T., Fitzpatrick, K. & Woolridge, M.D. (1998). *Design of intersections on divided highways*. International Symposium on Highway Geometric Design Practices. Boston, Massachusetts.
- Hatherly, L. W.; Lamb, D. R. (1971). Accident prevention in London by road surface improvements. *Traffic Engineering and Control*, **12**, 524-529
- Hatherly, L. W.; Young, A. E. (1977). The Location and Treatment of Urban Skidding Hazard Sites. *Transportation Research Record*, **623**, 21-28.
- Hauer, E. (1999). Safety and the choice of degree of curve. *Transportation Research Record*, **1665**, 22-27.
- Hauer, E., Council, F. M., & Mohammedshah, Y. (2004). Safety models for urban four-lane undivided road segments. *Transportation Research Record*, **1897**, 96-105.
- Heidemann, D., Bäumer, M., Hamacher, R. & Hautzinger, H. (1998). *Standstreifen und Verkehrssicherheit auf BAB*. Bonn: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V55.
- Helai, H., Chor, C.H. & Haque, M.M. (2007). *Severity of driver injury and vehicle damage in traffic crashes at intersections: A Bayesian hierarchical analysis*. *Accident Analysis and Prevention*, in press.
- Herrstedt, L. (2001). "2+1" roads – Danish experiences. Danish Transportforskning. Notat 5.
- Hochstein, J.L. (2006). *Safety effects of offset right-turn lanes at rural expressway intersections*. Iowa State University, Midwest Transportation Consortium Fall 2006 Student Paper Competition.
- Hogema, J.H., & Van der Horst, A.R.A. (1998). *Dynamische Openbare Verlichting (DYNO)*. Fase 4: Synthese [Dynamic Public Lighting. Phase 4: Synthesis](Report TM 98 C065). Soesterberg, The Netherlands: TNO Human Factors Research Institute.
- Holdridge, J. M., Shankar, V. N., & Ulfarsson, G. F. (2005). The crash severity impacts of fixed roadside objects. *Journal of Safety Research*, **36(2)**, 139-147.
- Holl, A. (2007). Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme. *Journal of Transport Geography*, **15(4)**, 286-297.
- Holmskov, O. & Lahrmann, H. (1993). Ersortpletbekæmpelsevejen frem? *Dansk Vejtidskrift*, **nr 2**, 3-9.
- Holt, A. G. (1993). *Trafiksesikkerhetsvurdering E6 ost*. Notat 794/93. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.

- Holzwarth, J. (1992). *Ausserorts-Kreisverkehrsplätze zur Unfallstellenbeseitigung*. Ergebnisse zweier Modellvorhaben in Baden-Württemberg. *Strassensverkehrstechnik*, 36, 142-146.
- Hosseinpour, M., Yahaya, A. S., & Sadullah, A. F. (2014). Exploring the effects of roadway characteristics on the frequency and severity of head-on crashes: Case studies from Malaysian federal roads. *Accident Analysis & Prevention*, 62, 209-222.
- Houh, M.Y., Epstein, K.M. & Lee, J. (1986). Crash suchion improvement priority and performance evaluation. *Transportation Research Record*, 1065, 87-97.
- Hovd, A. (1981). *Trafikkulykker i avkjørsler. Sammenhenger mellom ulykkesnivå og avkjørselsavstand, avkjørselstetthet, avkjørsels- og riksvegtrafikk*. Rapport STF61 A81011. SINTEF Vegteknikk, Trondheim.
- Hovey, P., & Chowdhury, M. (2005). *Development of crash reduction factors*. Report FHWA/OH-2005/12.
- Hu, W., & Donnell, E. T. (2010). Median barrier crash severity: Some new insights. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1697-1704.
- Huber, C. A. & F. Bühlmann (1994). *Sicherheit von Kreiselanlagen. Erfahrungen und vorläufige Empfehlungen. Pilotstudie*. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.
- Huber, M. J. & J. L. Tracy (1968). *Effects of Illumination on Operating Characteristics of Freeways*. National Cooperative Highway Research Program Report 60. Highway Research Board, Washington DC.
- Hughes, W., K. Eccles, D. Harwood, I. Potts, & E. Hauer (2003). *Development of a Highway Safety Manual*. Final Report. Project 17-18(4). National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Huijser, M.P., P. McGowen, J. Fuller, A. Hardy, A. Kociolek, A.P. Clevenger, D. Smith & R. Ament (2007). *Wildlife-vehicle collision reduction study*. Report to congress.U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, D.C., USA.
- Hunter, W. W. (2000). Evaluation of innovative bike-box application in Eugene, Oregon, *Transportation Research Record*, 1705, 99-106.
- Hunter, W. W. (2000a). *Evaluation of a combined bicycle lane/Right turn lane in Eugene, Oregon*, rapport FHWA-RD-00-151, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.
- Hunter, W. W., Harkey, D. L., Stewart, R. J. og Birk, m. L. (2000). Evaluation of blue bike-lane treatment in Portland, Oregon, *Transportation Research Record*, 1705, 107-115.
- Hunter, W. W., Stewart, J. R., Eccles, K. A., Huang, H. F., Council, F. M., & Harkey, D. L. (2001). Three-Strand Cable Median Barrier in North Carolina: In-Service Evaluation. *Transportation Research Record*, 1743, 97-103.
- Hunter, W.W., Stewart, J.R. & Council, F.M. (1993). Comparative Performance Study of Barrier and End Treatments Types Using the Longitudinal Barrier Special Study File. *Transportation Research Record*, 1419, 63-77.
- Hvoslef, H. (1974). *Trafikksikkerhet i Oslo. Problemstilling, analyse og løsninger*. Oslo veivesen, Oslo.
- Hvoslef, H. (1991). *Analyse av rødlyskjøringsulykker i lysregulerte kryss*. Vegdirektoratet, Oslo.
- Hvoslef, H. (2000). *Ny rekkverksnormal. Økonomiske konsekvenser*. Notat datert 11. april 2000. Oslo, Vegdirektoratet.
- Hydén, C., K. Odelid & A. Vårheli. (1992). *Effekten av generell hastighetsdampning i tätort*. Resultat av et storskaligt försök i Växjö. I. Huvudrapport. Lunds Tekniske Högskola, Institutionen för trafikteknik, Lund.
- Høy, A. (2013). *Ulykkesmodeller*. TØI-Arbeidsdokument 50429. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Høy, A. (2014). *Ulykkesmodeller*. TØI-Rapport. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Høy, J.K. (2005). Elgforvaltningjubilanse. *Glommen*, 2, 4-5.
- Igharo, P. O., Munger, E., & Glad, R. W. (2004). *In-Service Performance of Guardrail Terminals in Washington State*. Report WA-RD 580.1. St. Martin's College, Lacey, WA.
- Indupuru, V. K. (2010). *Identification of factors related to motorcycle fatal injuries in Ohio*. Thesis Submitted to The School of Engineering of the University of Dayton, Ohio.
- Irzik, M. (2010). *Layout of 2+1 routes in Germany – New findings*. 4th Int. Symposium on Highway Geometric Design, Valencia.
- Isebrands, H., Hallmark, S., Hans, Z, McDonald, T., Preston, H. & Storm, R. (2004). *Safety impacts of street lighting at isolated rural intersections – Part II, year 1*. Iowa State University: Report.
- Ivan, J.N., Wang, C. & Bernardo, N.R. (2000). Explaining two-lane highway crash rates using land use and hourly exposure. *Accident Analysis and Prevention*, 32, 787-795.
- Jacoby, R.G. & Pollard, N.E. (1995). The lighting of rural roundabouts. *Lighting Journal*, 149-159.
- Jadaan, K. S. & Nicholson, A.J. (1988). Effect of a New Urban Arterial on Road Safety. *Australian Road Research*, 18, 213-223.
- Janoff, M. S. (1988). Effect of Bridge Lighting on Nighttime Traffic Safety. *Transportation Research Record*, 1172, 88-92.
- Janson, B.N., Award, W., Robles, J., Kononov, J. & Pinkerton, B. (1998). Truck accidents at freeway ramps: Data analysis and high-risk site identification. *Journal of Transportation and Statistics*, January 1998, 75-92.
- Jaren, V., Andersen, R., Ulleberg, M., Pedersen, P. H. & Wiseth, B. (1991). Moose - train collisions: the effects of vegetation removal with a cost – benefit analysis. *Alces*, 27, 93-99.
- Jensen, S. U. (2002). *Mer sikker på cykel i Randers - Før-og-efter ubeldsevaluering*, notat 5, Danmarks Transportforskning.
- Jensen, S. U. (2006). Svendborg Sikker Cykelby - *Evaluering af trafiksikkerhed, tryghed og cykeltrafik*, Trafitec.
- Jensen, S. U. (2006a). *Effekter af sykkelstier og cykelbaner - før-og-efter evaluering af trafiksikkerhed og trafikmængde ved anlæg af ensrettede sykkelstier og cykelbaner i Københavns Kommune*, Trafitec.
- Jensen, S. U. (2006b). *Effekter af overkørsler og blå cykelfelter - før-og-efter evaluering af trafiksikkerhed ved anlæg af overkørsler u vigepligtsregulerede kryds og blå cykelfelter i signalregulerede kryds i Københavns Kommune*, Trafitec.

- Jensen, S. U. (2006c). *Cyklisters oplevede tryghed og tilfredshed - forskelle i tryghed og tilfredshed afhængig af strækningers og kryds' udformning*, Trafitec.
- Jensen, S. U. (2008). Safety effects of blue cycle Crossings: A before-after study, *Accident Analysis and Prevention*, 40, 742-750.
- Jensen, S. U. Cykelfelter. *Sikkerhedsmæssig effekt i signalregulerede kryds* (1996). I Lahrmann, H.; Pedersen, L. H. (Red): *Trafikdage på Aalborg Universitet* 1996. Konferencerapport, Bind 2, 743.753. Aalborg Universitet, Transportrådet og Trafikforskningsgruppen.
- Jensen, S. U.; Nielsen, M. A. (1999). *Sikkerhedseffekter af nye vejudformninger for cyklister*, notat nr. 63, Vejdirektoratet.
- Jensen, S.U. (1999). Pedestrian Safety in Denmark. *Transportation Research Record*, **1674**, 61-69.
- Jiang, X., Yan, X., Huang, B., & Richards, S. H. (2011). Influence of curbs on traffic crash frequency on high-speed roadways. *Traffic Injury Prevention*, **12**(4), 412-421.
- Johannessen, S. & Heir, J. (1974). *Trafikksikkerhet i vegkryss. En analyse av ulykkesforholdene i 187 vegkryss i perioden 1968-72*. Oppdragsrapport 4. Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Johannessen, S. (1985). *Rundkjøringer. Forslag til retningslinjer basert på data om 35 rundkjøringer*. STF63 A85008. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Johannessen, S. (1998). *Traffic accidents at grade separated intersections*. Proceedings of the Conference Road Safety Europe, Bergisch Gladbach, 57-68.
- Johnson, H.D. (1980). *Cross-over accidents on all-purpose dual carriageways*. TRRL Supplementary Report 617. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Johnson, R.T. (1966). Effectiveness of Median Barriers. *Highway Research Record*, **105**, 99-109.
- Jonsson, T., Ivan, J. N., & Zhang, C. (2007). Crash prediction models for intersections on rural multilane highways: Differences by collision type. *Transportation Research Record*, **2019**, 91-98.
- Jurewicz, C., & Steinmetz, L. (2012). Crash performance of safety barriers on high-speed roads. *Journal of the Australasian College of Road Safety*, **23**(3), 37-44.
- Jørgensen, E. & Jørgensen, N.O. (2002). *Trafiksikkerhed i rundkørsler i Danmark*. Rapport 235 2002. København, Vejdirektoratet.
- Jørgensen, E. & N. O. Jørgensen. (1992). Er der mere nyt om rundkørsler? *Dansk Vejtidskrift*, **12**, 29-31.
- Jørgensen, E. & N. O. Jørgensen. (1994). *Sikkerhed i nyere danske rundkørsler*. Paper presentert ved Trafikdage ved Aalborg Universitets Center (AUC), 28-30 august, 1994. Proceedings, 191-198. Aalborg.
- Jørgensen, E. (1979). *Sikkerhedsmæssig effekt af mindre anlægsarbejder*. Effektstudie. Næstved, Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger (SSV).
- Jørgensen, E. (1986). Er højresvingsspor sikkerhedsfremmende? *Dansk Vejtidskrift*, **9**, 229-231.
- Jørgensen, N. O. (1991). *Rundkørslers kapacitet og sikkerhed*. Dokumentasjonsrapport. Danmarks Tekniske Højskole, Institut for veje, trafik og byplan, København.
- Jørgensen, N. O. (1991). *The Safety Effects of a Major Infrastructure Project*. Paper presented at Euro Traffic 1991, Aalborg, Denmark.
- Jørgensen, N. O.; Herrstedt, L. (1979). *Sikkerhed for cyklister og knallertkørere i Københavnsområdet*. RfT-rapport 24. København, Rådet for Trafiksikkerhedsforskning.
- Jørgensen, N. O.; Rabani, Z. (1969). *Cykelstiers betydning for færdselssikkerheden*. RfT-rapport 1. København, Rådet for Trafiksikkerhedsforskning.
- Jørgensen, P. (1994). "Klumpheller" - en god trafiksikkerhedsløsning. *Dansk Vejtidskrift*, **nr 4**, 23-24.
- Kaistinen, J., Nieminen, T. & Summala, H. (2004). Driving behavior on split 2+1 road. *Advances in Transportation Studies – an international Journal*. Section B 2.
- Kallberg, V-P; Salusjärvi, M. (1982). *Trafiksäkerhetseffekter av gång- och cykelvägar*. EMMA-rapport 5. Forskningsrapport 58. Esbo, Statens Tekniska Forskningscentral, Väg- och Trafiklaboratoriet.
- Karim, H. & Magnusson, R. (2009). Vägbarriärens Inverkan på Snöplogning, *Högskolan Dalarna arbetsrapport*, **nr 3**.
- Karr, J. I. (1972). *Evaluation of minor improvements – part 8, grooved pavements*. Final Report. Report CA-HY-TR-2151-4-71-00. Sacramento, CA, California Division of Highways.
- Khattak, A.J., Naik, B. & Kannan, V. (2004). *Safety evaluation of left-turn lane width at intersections with opposing left-turn lanes*. Report SPR-P1(03)P554. Lincoln, Nebraska: University of Nebraska, Mid-America Transportation Center.
- Khorashadi, A. (1998). *Effect of ramp type and geometry on accidents*. Report FHWA/CA/TE-98/13.
- Khorashadi, A., Niemeier, D., Shankar, V., & Mannering, F. (2005). Differences in rural and urban driver-injury severities in accidents involving large-trucks: An exploratory analysis. *Accident Analysis & Prevention*, **37**(5), 910-921.
- Kiattikomol, V., Chatterjee, A., Hummer, J. E., & Younger, M. S. (2008). Planning level regression models for prediction of crashes on interchange and noninterchange segments of urban freeways. *Journal of Transportation Engineering*, **134**(3), 111-117.
- Kihlberg, J.K. & K. J. Tharp. (1968). *Accident rates as related to design elements of rural highways*. National Cooperative Highway Research Program Report 47. Highway Research Board, Washington DC.
- Killi, M. (1999). *Anbefalte tidsverdier i persontransport*. TØI rapport 459/1999. Oslo. Transportøkonomisk institutt.
- Kim, D., Washington, S. (2006). The significance of endogeneity problems in crash models: An examination of left-turn lanes in intersection crash models. *Accident Analysis and Prevention*, **38**(6), 1094-1100.
- Kim, D.-G., & Lee, Y. (2013). Modelling crash frequencies at signalized intersections with a truncated count data model. *International Journal of Urban Sciences*, **17**(1), 85-94.

- King, G. F. (1989). *Evaluation of safety roadside rest areas*. National Cooperative Highway Research Program Report 324. Washington, DC, Transportation Research Board.
- Kistler, R. (1998). *Wissenschaftliche Begleitung der Wildwarnanlagen CALSTROM WWA-12-S*. Zürich: Infodienst Wildbiologie & Ökologie.
- Kloeden, C. N., McLean, A. J., Baldock, M. R. J., & Cockington, A. J. T. (1999). *Severe and Fatal Car Crashes Due to Roadside Hazards*. Report to the Motor Accident Commission. NHMRC Road Accident Research Unit The University of Adelaide, Australia.
- Knapp, K.K., Yi, X., Oakasa, T., Thimm, W., Hudson, E. & Rathmann, C. (2004). *Deer-vehicle crash countermeasure toolbox: A decision and choice resource*. Final Report. University of Wisconsin-Madison, Midwest Regional University Transportation Center.
- Knoche, G. (1981). *Einfluss von Radwegen auf die Verkehrssicherheit*. Band 2. Radfahrerunfälle auf Stadtstrassen. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Bereich Unfallforschung, 62. Bergisch-Gladbach, Bundesanstalt für Strassenwesen.
- Knuiman, M., Council, F. & Reinfurt, D. (1993). The effects of median width on highway accident rates. *Transportation Research Record*, **1401**, 70-80.
- Knutsen, K. (2013). *Trafikkulykker i planskilte kryss - ulykkesrisiko og design*. Masteroppgave. Trondheim: NTNU.
- Kolbenstvedt, M. (1998). *Miljøkonsekvenser av hovedvegomlegging Ost Øst*. Oppsummering av studier 1987-1996. TØI-rapport 405. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Kolbenstvedt, M. et al. (1990). *Korttidsvirkninger av Vålerenga-tunnelen i noen gatestrekninger i Vålerenga/Gamlebyen*. Før/etterundersøkelse av trafikale virkninger og støy- og forurensningsbelastning. TØI-notat 0907 (revidert 20.7.1990). Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Koorey, G., Wanty, D. & Cenek, P. (1998). *Applications of road geometry data for highway safety in New Zealand*. Road Safety - Research, Policing, Education Conference, Wellington.
- Koornstra, M. J. (1993). *Future developments of motorized traffic and fatalities in Asia*. Proceedings of Conference on Asian Road Safety 1993 (CARS '93), Chapter 10, 1-15. Kuala Lumpur, published by OECD and others.
- Kopelias, P., Papadimitriou, F., Papandreou, K., & Prevedouros, P. (2007). Urban freeway crash analysis: Geometric, operational, and weather effects on crash number and severity. *Transportation Research Record*, **2015**, 123-131.
- Krammes, R. (1997). *Interactive highway safety design module: design consistency module*. FHWA (<http://www.tfhrc.gov/pubs/pr97-10/p47.htm>; 22.11.2006).
- Krenk, F. (1985). *Metoder og resultater i den koordinerede ubeldsstatistik 1978-82*. Report 27. Vejdatalaboratoriet, Herlev.
- Kristiansen, P. (1992). *Erfaringer med rundkjøringer i Akershus*. Statens vegvesen Akershus, Oslo.
- Kruger, H.-H. & Wolfel, H. (1991). *Behavioral response of fallow deer to various types of simulated underpasses*. Proceedings of the XXth Congress of the International Union of Game Biologists, 591.
- Kulmala, R. (1992). *Päätteiden tasoliittymissä tehtyjen toimenpiteiden vaikutukset onnettomuksiin*. Tielatoksen tutkimuksia 2/1992. Helsinki, Tielaitos, Tiehallitus.
- Kumara, S.S.P. & Chin, H.C. (2003). Modelling accident occurrence at signalized tee intersections with special emphasis on excess zero. *Traffic Injury Prevention*, **4**, 53-57.
- Kurucz, C. N. (1984). An analysis of the injury reduction capabilities of breakaway light standards and various guardrails. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 105-114.
- Kweon, Y.-J., & Kockelman, K. M. (2004). *Spatially disaggregate panel models of crash and injury counts: The effect of speed limits and design*. Paper presented at the Proceedings of the Transportation Research Board 83rd Annual Meeting.
- Københavns Amt (2001). *Ombygning af 24 vejkryds - vurdering af den sikkerhedsmæssige effekt*, Københavns Amt, Vejafdelingen, København.
- Köhler, U. & R. Schwamb (1993). *Erweiterung und Verifizierung des Modells zur Abschätzung des Unfallgeschehens und der Unfallkosten auf Innerörtlichen Netzelementen*. Schlussbericht. Forschungsbericht FE-Nr 70186/88. Ingenieursozietät BGS. Frankfurt am Main.
- Kølster Pedersen, S. et al. (1992). *Trafiksikkerhedsåtgärder i Väg-och Gatumiljö. Exempel hämtade från de nordiska länderna under 1980-talet*. Nordiske Seminar- och Arbejdsrapporter 1992:607. Nordisk Ministerråd, København.
- König, S. (2006). *Evaluation of the effect of rebuilt bicycle paths at intersections on arterial streets in Lund - a case study*, Thesis 146, Lund University, Department of Technology and Society, Lund.
- Lahrman, H. (1981). *Rundkørsler: trafiksikkerhed, geometrisk udformning, kapacitet*. Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger (SVV), Næstved.
- Lalani, N. (1975). The impact on accidents of the introduction of mini, small and large roundabouts at major/minor priority junctions. *Traffic Engineering and Control*, **16**, 560-561.
- Lalani, N. (1991). Comprehensive Safety Program Produces Dramatic Results. *ITE-Journal*, **31-34**, October.
- Lamm, R., J. H. Klöckner & E. M. Choueiri. (1985). Freeway Lighting and Traffic safety - A Long Term Investigation. *Transportation Research Record*, **1027**, 57-63.
- Lamm, R., Psarianos, B., Choueiri, E.M. & Soilemezoglou, G. (1988). *A practical safety approach to highway geometric design international case studies: Germany, Greece, Lebanon and the United States*. International Symposium on Highway Geometric Design Practices. Boston, Massachusetts.

- Lamm, R., Zumkeller, K. Beck, A. (2000). *Traffic safety - The relative effectiveness of a variety of road markings and traffic control devices*. International Conference, Road Safety on Three Continents, 20.-22. September 2000, Pretoria, South Africa, Conference Proceedings, Session 3, pp.1-14.
- Langeland, P. A. (1999). *Virkningene av ombygging av E6 Okstadbakken – Tunga N*. Notat av 4. november 1999. Statens vegvesen, Sør-Trøndelag vegkontor, Trondheim.
- Larsen, G. E. (1986). Non-freeway programwide 3R accident analysis New York. *Effectiveness of Highway Safety Improvements*, 22-30. (Carney, J. F. III ed) American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- Larsen, U. (2002). Udbedringafsorteletteri Storstrøms Amt – en god forretning. *Vejtidsskrift*, **12**, 50-52.
- Lavsun, S. & Sandegren, F. (1991). Moose vehicle relations in Sweden: a review. *Alces*, **27**, 118-126.
- Le, T. Q., & Porter, R. J. (2012). Safety evaluation of geometric design criteria for spacing of entrance-exit ramp sequence and use of auxiliary lanes. *Transportation Research Record*, **2309**, 12-20.
- Leden, L. (1989). *The safety of cycling children. Effect of the street environment*. Publications 55. Espoo, The Technical Research Centre of Finland.
- Leden, L. (1993). *Methods to estimate traffic safety*. Unpublished manuscript dated 21 September 1993. Espoo, Technical Research Centre of Finland, Road Traffic and Geotechnical Laboratory.
- Leden, L.; Claesson, Å.; Gärder, P.; Näsman, P.; Pulkkinen, U.; Thedén, T. (1997). *Metodik för före-/efterstudier. Tillämpat på cyklisters trafiksäkerhet*. KFB Rapport 1997:15. Stockholm, Kommunikationsforskningsberedningen.
- Lee, C., & Abdel-Aty, M. (2005). Comprehensive analysis of vehicle-pedestrian crashes at intersections in Florida. *Accident Analysis & Prevention*, **37**, 775-786.
- Lee, J., & Mannering, F. (2002). Impact of roadside features on the frequency and severity of run-off-roadway accidents: an empirical analysis. *Accident Analysis & Prevention*, **34**(2), 149-161.
- Leeming, J. J. (1969). *Road accidents. Prevent or punish?* London, Cassell.
- Legassick, R. (1996). The case for route studies in road traffic accident analysis investigations. *Proceedings of the Conference Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP)*, Prague, the Czech Republic, September 20-22, 1995, Vol 4A, Part 1, 37-53. Linköping, Swedish National Road and Transport Research Institute, 1996.
- Lehnert, M.E. & Bissonette, J.A. (1997). Effectiveness of Highway Crosswalk Structures at Reducing Deer-Vehicle Collisions. *Wildlife Society Bulletin*, **25**, 809-818.
- Lehtimäki R. (1979). *Elk mirrors and traffic*. Helsinki: The Central Organization for Traffic Safety 27/1979.
- Lehtimäki, R. (1984). *Elk and white tail deer as traffic hazards*. Liikenneturva, Research Department, Helsinki.
- Lehtimäki, R. (1981) *Fences for protection of traffic and deer*. Summary. Duplicates of Research Section of Liikenneturva 37/1981. Helsinki, The Central Organization for Traffic Safety (Liikenneturva).
- Leong, H. J. W. (1970). *Effect of kerbed raised median strips on accident rates of urban roads*. ARRB Proceedings, 1970, Vol 5, 338-364.
- Levine, D. W., T. F. Golob & W. W. Recker. (1988). Accident migration associated with lane-addition projects on urban freeways. *Traffic Engineering and Control*, **29**, 624-629.
- Lewis, J. S. (2006). *Assessing the safety impacts of access management techniques*. Department of Civil and Environmental Engineering. Brigham Young University
- Lian, J. I. (2008). The Oslo and Bergen toll rings and road-building investment – effect on traffic development and congestion. *Journal of Transport Geography*, **16**(3), 174-181.
- Lien Aune, L. (2004). *Viltreflektorers virkning på elgens kryssing av vei*. Bacheloroppgave, Høgskolen i Hedmark.
- Liikennevirasto (2010). *Granskning av säkerheten enligt vägtyp – Huvudvägar*. Pomerpoint-presentation, 2010-09-03.
- Liu, P., Chen, H., Lu, J., & Cao, B. (2010). How lane arrangements on freeway mainlines and ramps affect safety of freeways with closely spaced entrance and exit ramps. *Journal of Transportation Engineering*, **136**(7), 614-622.
- Ljungblad, L. (2000). *Vägens sidområden och sidoräcken*. VTI rapport 453. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Lord, D., & Bonneson, J. (2005). Calibration of predictive models for estimating safety of ramp design configurations. *Transportation Research Record*, **1908**, 88-95.
- Lott, D. F.; Lott, D. Y. (1976). Differential Effect of Bicycle Lanes on Ten Classes of Bicycle-Automobile Accidents. *Transportation Research Record*, **605**, 20-24.
- Lovell, J.; Hauer, E. (1986). The Safety Effect of Conversion To All-Way Stop Control. *Transportation Research Record*, **1068**, 103-107.
- Lu, J., Haleem, K., Alluri, P., Gan, A., & Liu, K. (2014). Developing local safety performance functions versus calculating calibration factors for SafetyAnalyst applications: A Florida case study. *Safety Science*, **65**, 93-105.
- Ludvigsen, H. S. & K. Sørensen. (1985). *Natreduktion af vejbelysning - den sikkerhedsmæssige effekt*. Vejregelforberedende rapport 1. Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger (SVV), København.
- Ludwig, J., and T. Bremicker (1983). Evaluation of 2.4-m fences and one-way gates for reducing deer-vehicle collisions in Minnesota. *Transportation Research Record*, **913**, 19-22.
- Lutz, W. (1994). Ergebnisse der Anwendung eines sogenannten Duftzaunes zur Vermeidung von Wildverschlüssen durch den Strassenverkehr nach Gehege- und Freilandorientierungen. *Zeitschrift fuer Jagdwissenschaft*, **40**, 91-108.
- Lyager, P. & Løschekohl, C. (1972). *Uheldsmønstre i kanaliserede landevejskryds*. Sammenfatning. RfT-rapport 14. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning (RfT), København.

- Lyles, R. W., Malik, B. Z., Chaudhry, A., Abu-Lebdeh, G., & Siddiqui, M. A. (2009). *An evaluation of right-turn-in/right-turn-out restrictions in access management*. Report RC-1539. Department of Civil and Environmental Engineering, Michigan State University.
- Lyles, R.W. & Taylor, W.C. (2006). *Communicating changes in horizontal alignment*. NCHRP Report 559.
- Lyon, C., Oh, J., Persaud, B., Washington, S. & Bared, J. (2003). Empirical investigation of interactive highway safety design model accident prediction algorithm. *Transportation Research Record*, **1840**, 78-86.
- Lyssand Larsen, S.; Lerstang, T.; Mydske, P. K.; Røe, P. G.; Solheim, T.; Stenstadvold, M.; Strand, A. (1993). *TP 10 som prosess. Hvilke forhold har vært bestemmende m b t organisering, prosess og virkemåte*. EVA II. Oslo, Norsk institutt for by- og regionforskning, Transportøkonomisk institutt, Miljøverndepartementet, Samferdselsdepartementet, Statens forurensningsstilsyn, Norges Statsbaner og Vegdirektoratet.
- Mahalel, D., Craus, J. & Polus, A. (1986). Evaluation of Staggered and Cross Intersections. *Journal of Transportation Engineering*, **112**, 495-506.
- Maier, R., & Berger, R. (2012). *Schmale zweibahnig vierstreifige Landstraßen (RQ 21)*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Verkehrstechnik. Heft V 210. Bergisch Gladbach: BAST.
- Mak, K. K. (1987). Effect of Bridge Width on Highway Safety. *State of the Art Report 6. Relationship Between Safety and Key Highway Features. A Synthesis of Previous Research*, 22-35. Transportation Research Board, Washington DC.
- Malo, A. F. (1967). *Signal Modernization*. In: *Improved Street Utilization Through Traffic Engineering*, 96-113. Highway Research Board, Special Report 93. Washington, DC, Highway Research Board.
- Malyshkina, N. V., Mannering, F. L., & Tarko, A. P. (2009). Markov switching negative binomial models: An application to vehicle accident frequencies. *Accident Analysis & Prevention*, **41**(2), 217-226.
- Manner, H., & Wünsch-Ziegler, L. (2013). Analyzing the severity of accidents on the German utobahn. *Accident Analysis & Prevention*, **57**, 40-48.
- Marburger, E. A., Klöckner, J. H. & Stöckner, U. (1989). *Assessment of the potential accident reduction by selected Prometheus functions*. Preliminary Report of PROGENERAL. Bergisch-Gladbach, Bundesanstalt für Strassenwesen.
- Martin, J. L., & Quincy, R. (2001). Crossover Crashes at Median Strips Equipped with Barriers on a French Motorway Network. *Transportation Research Record*, **1758**, 6-12.
- Martin, J. L., Huet, R., Boissier, G., Bloch, P., Vergnes, I., Laumon, B. (1997). The severity of primary impact with metal or concrete central median barriers on French motorways. *VTI-konferens 9A, part 2*, 109-123. Proceedings of the conference Traffic Safety on Two Continents in Lisbon, Portugal, September 22-24, 1997. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- Martin, J.-L., Mintsá-Eya, C., & Goubel, C. (2013). Long-term analysis of the impact of longitudinal barriers on motorway safety. *Accident Analysis & Prevention*, **59**, 443-451.
- Matthews, L. R. & J. W. Barnes. (1988). *Relation between road environment and curve accidents*. Proceedings of 14th ARRB Conference, Part 4, 105-120. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria, Australia.
- Mauga, T. (2010). *Analysis and evaluation of safety impacts of median types and midblock left turn treatments for urban arterials*. Dissertation. University of Nevada, Las Vegas.
- Maycock, G. & Hall, R.D. (1984). *Accidents at 4-arm roundabouts*. Transport and road Research Laboratory, Report LR 1120. Crowthorne.
- Maze, T.H. & Burchett, G.D. (2006). *Rural expressway intersection characteristics: Factor in reducing safety performance*. Washington: Transportation Research Board 85th Annual Meeting.
- McBean, P. A. (1982). *The influence of road geometry at a sample of accident sites*. TRRL Laboratory Report 1053. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- McCament, C. W. (1959). New Kansas Curve Signs Reduce Deaths. *Traffic Engineering*, February, 14-15.
- McCartt, A.T., Shabanova Northrup, V. & Retting, R.A. (2004). Types and characteristics of ramp-related motor vehicle crashes on urban interstate roadways in Northern Virginia. *Journal of Safety Research*, **35**, 107-114.
- McCoy, P. T. & Malone, M. S. (1989). Safety Effects of Left-Turn Lanes on Urban Four-Lane Roadways. *Transportation Research Record*, **1239**, 17-22.
- McCoy, P.T., Tripi, E.J. & Bonneson, J.A. (1994). *Guidelines for realignment of skewed intersections*. Lincoln, Nebraska: Department of Civil Engineering, College of Engineering and Technology.
- Meeves, V. (2002). *Knotenpunktformen außerorts - Sicherheitsvergleich als Entscheidungshilfe (Vegkryss i spredbygd strøk - sammenligning av sikkerheten som beslutningsgrunnlag)*. Köln: Institut für Straßenverkehrstechnik.
- Messelt, H. (1994). *Vilt på tvers av veien*. Seminar om viltpåkørsler 22 juni 1994 i Drammen. Koppangvegstasjon.
- Metz, D. (2008). The myth of travel time saving. *Transport Reviews*, **28**(3), 321-336.
- Meuleners, L., Hendrie, D., Lee, A. H. & Legge, M., (2008). Effectiveness of the Black Spot Programs in Western Australia. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 1211-1216.
- Meuleners, L., Hendrie, D., Legge, M. & Cercarelli, L. R. (2005). *An Evaluation of the Effectiveness of the Black Spot Programs in Western Australia 2000-2002*. Rapport RR 155, Injury Research Centre, The University of Western Australia, Crawley.
- Mewton, R. (2005). Induced traffic from the Sydney harbour tunnel and Gore hill freeway. *Road and Transport Research*, **14**(3), 24-33.
- Meyer, E. (2006). *Assessing the effectiveness of deer warning signs*. Report No. K-TRAN: KU-03-6. University of Michigan.

- Miaou, S.-P. (1994). The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson versus negative binomial regressions. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 471-482.
- Miaou, S.-P., Bligh, R. & Lord, D. (2005). Developing guidelines for median barrier installation: benefit-cost analysis with Texas data. *Transportation Research Record*, **1720**, 3-19.
- Michie, J. D., & Bronstad, M. E. (1994). Highway guardrails: Safety feature or roadside hazard? *Transportation Research Record*, **1468**, 1-9.
- Milton, J. & Mannering, F. (1996). *The relationship among highway geometries, traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies*. Report WA-RD 403.1. Washington State Department of Transport.
- Milton, J. & Mannering, F. (1998). The relationship among highway geometries, traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies. *Transportation*, **25**, 395-413.
- Missouri Department of Transportation (1980). *Comparison of Accident Rates Related to 4:1 and 6:1 Inslopes on 2-Lane Rural Trunk Highways*. Unpublished Report, June 1980 (sitert etter Graham og Harwood, 1982).
- Mok, J.-H., Landphair, H. C., & Naderi, J. R. (2006). Landscape improvement impacts on roadside safety in Texas. *Landscape and Urban Planning*, **78(3)**, 263-274.
- Montella, A., & Perneti, M. (2010). *In-depth investigation of run-off-the-road crashes on the motorway Naples-Candela*. 4th International Symposium on Highway Geometric Design, Valencia, Spain.
- Montella, A., Colantuoni, L., & Lamberti, R. (2008). Crash prediction models for rural motorways. *Transportation Research Record*, **2083**, 180-189.
- Montgomery, R. E. & Carstens, R. L. (1987). Uncontrolled T Intersections: Who Should Yield? *Journal of Transportation Engineering*, **113**, 299-314.
- Moore, R.L. & Jehu, V.J. (1968). OTA Study Week Theme II. Recent developments in barrier design. *Traffic Engineering and Control*, **10**, 421-429.
- Moskowitz, K. & Schaefer, W.E. (1960). California Median Study 1958. *Highway Research Board Bulletin*, **266**, 34-62.
- Motha, J., Musidlak B. & Williams, C. (1995). *An economic evaluation of the Australian Federal black spot road safety program*. Proceedings of the 7th World Conference on Transport Research, volume 3, Transport Policy, 137-149, Sydney.
- Mountain L., Maher, M. & Fawaz, B. (1998). Improved estimates of the safety effects of accident remedial schemes. *Traffic Engineering and Control*, **10**, 554-554.
- Mountain, L.; Fawaz, B. (1986). The area-wide effects of engineering measures on road accident occurrence. *Traffic Engineering and Control*, **30**, 355-360.
- Mountain, L.; Fawaz, B. (1992). The effects of engineering measures on safety at adjacent sites. *Traffic Engineering and Control*, **33**, 15-22.
- Mountain, L.; Fawaz, B.; Sineng, L. (1992). The assessment of changes in accident frequencies on link segments: a comparison of four methods. *Traffic Engineering and Control*, **33**, 429-431.
- Mountain, L.; Fawaz, B.; Wright, C.; Jarrett, D.; Lupton, K. (1994). *Highway improvements and maintenance: their effects on road accidents*. Paper presented at the 22nd PTRC Summer Annual Meeting, 12-16 September, 1994. Proceedings of Seminar J, 151-161.
- Mountain, L.; Jarrett, D.; Fawaz, B. (1995). *The safety effects of highway engineering schemes*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers Transport, 111, 298-309.
- Muskaug, R. (1981). *Riksvegnettets ulykkesrisiko. En analyse av risikoen for personskadeulykker på det norske riks- og europavegnettets utenfor Oslo avhengig av vegbredde, fartsgrense og trafikkmengde*. TØI-notat 579. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Muskaug, R. (1985). *Risiko på norske riksveger. En analyse av risikoen for trafikkulykker med personskaade på riks- og europaveger utenfor Oslo. avhengig av vegbredde, fartsgrense, trafikkmengde og avkjørselstettet*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Mutabazi, M., Russell, E.R. & Stokes, R.W. (1999). *Review of the effectiveness, location, design, and safety of passing lanes in Kansas*. Kansas: University of Kansas, Report No. K-TRAN: KSU-97-1.
- Muurinen, I. & Ristola, T. (1999). Elk accidents can be reduced by using transport telematics. *Finncontact*, **7(1)**, 7-8.
- Mysen, A. B. (1996). *Elgulykker på riksveg 35*. TØI-notat 1031. Revidert utgave. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Mysen, A. B. (1997). *Beregning av ulykkesfrekvens i tunneler med ett rør og ett kjørefelt i hver retning*. Arbeidsdokument TST/0832/97. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Mäkelä, O. & Kärki, J.L. (2004). *Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin*. Helsinki: Tiehallinnon Selvityksiä, 18.
- Naderi, J. R., Kweon, B. S., & Maghelel, P. (2008). The street tree effect and driver safety. *ITE Journal on the Web*, February, 69-73.
- Naik, B. (2005). *Offsetting opposing left-turn lanes at signalized intersections: A safety assessment case study in Lincoln, Nebraska*. Midwest Transportation Consortium Student Conference, Fall 2005.
- National Road Authority (2007). *NRA New divided Road Types: Type 2 and Type 3 Dual Carriageways*. NRA, Dublin Ireland.
- Navin & Appeadu (1995). Estimating vehicle accidents on British Columbia roads. *Transportation Planning and Technology*, **19**, 45-62.
- Nelson English, Loxton & Andrews Pty Ltd. (1988). *An analysis of the relationship between road improvements and road safety*. Report CR 75.

- Nemeth, Z. A. & Migletz, D. J. (1978). Accident Characteristics Before, During, and After Safety Upgrading Projects on Ohio's Rural Interstate System. *Transportation Research Record*, **672**, 19-24.
- Nettelblad, P. (1987). *Olycksrisken ökar med dubbelriktadcykelbanor. En undersökning av 11 cykelbanor i Malmö*. Malmö, Gatukontoret, Trafikdivisionen.
- Newby, R. F. & Johnson, H. D. (1964). *Changes in the numbers of accidents and casualties on main roads near the London-Birmingham motorway*. Proceedings of Australian Road Research Board, Vol 2, Part 1, 558-564.
- Newland, V. J. & R. F. Newby. (1962). Changes in Accident Frequency after the Provision of By-Passes. *Traffic Engineering and Control*, **3**, 614-616.
- Newman, A. (2002). *The marking of advanced cycle lanes and advanced stop boxes at signalised intersections*. Christchurch City Council, Christchurch.
- Newstead, S. og Corben, B. (2001). *Evaluation of the 1992-1992 Transport Accident Commission funded accident blackspot treatment program in Victoria*. Report 182, Monash University Accident Research Centre, Melbourne.
- Ng, S.J., Dole, J.W., Sauvajot, R.M., Riley, S.P.D. & Valone, T.J. (2004). Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation*, **115**, 499-507.
- Nielsen, E. D.; Andersen, K. V.; Lei, K. M. (1996). *Trafiksikkerhedseffekten af cykelbaner i byområder*. Rapport 50. København, Vejdirektoratet.
- Nielsen, G. & O. I. Larsen (1988). *Vegtrafikk i by. Problemer og perspektiver*. Arbeidsdokument TP/0057/88. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Nielsen, G. Omkjøringsveger. I Kolbenstvedt, M.; Solheim, T.; Amundsen, A. H. Miljøhåndboken (2000). *Trafikk og miljøtiltak i byer og tettsteder*, 237-242. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Nielsen, M. A. (1995). Cykelbane på venstreside af højresvingbane. *Dansk Vejtidskrift*, **4**, 26-28.
- Nielsen, M. Aa. (1993). Cyklisternes sikkerhed forbedret. *Dansk Vejtidskrift*, **1**, 9-10.
- Nielsen, M. Aa. (1994). *Safety of Cyclists in Urban Areas*. Proceedings of Seminar J, Traffic Management and Road Safety, held at PTRC Summer Annual Meeting, 1994, 113-123. PTRC Education and Research Services Ltd, publication P381.
- Nilsson, A. (2000). *Kunskapsöversikt om cykelfält - om cykelfältsanvändning, utformning och betydelse för cyklisters säkerhet och cykelns konkurrenskraft*, Lunds Universitet, Lund Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och Samhälle, Lund.
- Nilsson, A. (2001). *Re-allocating road space for motor vehicles to bicycles: effects on cyclist's opinion and motor vehicle speed*. The AET European Transport Conference, Cambridge.
- Nilsson, A. (2003). *Utvärdering av cykelfälts effekter på cyklisters säkerhet och cykelns konkurrenskraft mot bil*, Doktoraavhandling, Bulletin 217, Lunds Universitet, Lund Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och Samhälle, Lund.
- Nilsson, G. & Ljungblad, L. (1999). *Ställineräcken i mittremsan på motorvägar*. VTI rapport 442. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Nilsson, G. (1978). *Behov av trafiksäkerhetsmått för vägplanering*. VTI-meddelande 97. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Nilsson, G. K., Rigevalk, S., Koronna-Vilhelmsson, I. (1992). *Follow up study of speeds on rural roads*. VTI-meddelande 675.
- Noland, R. B., & Quddus, M. A. (2006). Flow improvements and vehicle emissions: Effects of trip generation and emission control technology. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **11**(1), 1-14.
- Noland, R.B. & Oh, L. (2004). The effect of infrastructure and demographic change on traffic-related fatalities and crashes. a case study of Illinois county-level data. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 525-532.
- Nordbakke, S., & Sagberg, F. (2007). Sleepy at the wheel: Knowledge, symptoms and behaviour among car drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **10**(1), 1-10.
- Nordtyp-projektgruppen (1980). *Trafikulykker på vejrstrækninger. En sammenstilling af ulykkesfrekvenser for nordiske typesektioner*. Udarbejdet for vegmyndighetene i Danmark, Norge og Sverige. Vejdirektoratet, København.
- Nygaard, H. C. (1988). *Erfaringer med rundkjøringer i Akershus*. Statens vegvesen, Akershus, Oslo.
- Nysted, E. (2005). *Feeding stations as a measure to re-distribute moose in their winter habitat*. Examensarbete (2005:11) i ämnet skoglig zoologi. Umeå, Sverige: Sveriges Landbruksuniversitet.
- Næss, P., Nicolaisen, M. S., & Strand, A. (2012). *Systematic overestimation of benefits in appraisal for road capacity expansion*. Association of European Schools of Planning (AESOP), 26th Annual Congress, METU, Ankara.
- OECD Road Research Group (1976). *Hazardous Road Locations. Identification and Countermeasures*. Paris, OECD.
- OFV (2012). *Kvaliteten på vegen*. Opplysningsrådet for vegtrafikken.
- Ogden, K., & De Santi, M. (2002). *Orbital motorways in Sydney and Melbourne: Policy questions*. Paper presented at the Australasian Transport Research Forum (ATRF), 25th, 2002, Canberra, Act., Australia.
- Ogden, K.W. (1997). The effects of paved shoulders on accidents on rural highways. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 353-362.
- Oh, J., Lyon, C., Washington, S., Persaud, B., & Bared, J. (2003). Validation of FHWA crash models for rural intersections. *Transportation Research Record*, **1840**, 41-49.
- Oh, J., Washington, S. & Choi, K. (2004). Development of accident prediction models for rural highway intersections. *Transportation Research Record*, **1897**, 18-27.
- Olbrich, P. (1984). Untersuchung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlassen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, **30**, 101-116.
- Olson, D., Sujka, M., & Manchas, B. (2013). *Cable median barrier program in Washington state*. Report WA-RD 812.1. Washington State Department of Transportation (WSDOT). Design Policy Research. Olympia, WA.

- Olsson, L. (1970). *Trafikolyckornas samband med trafikmiljön. Trafiksäkerhet hos motorvägar*. Meddelande 30. Göteborg, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för stadsbyggnad, Forskargruppen Scaft.
- Olsson, M.P.O. (2007). *The use of highway crossings to maintain landscape connectivity for moose and roe deer*. Dissertation, Karlstad University Studies.
- Olsson, M.P.O., Widén, P. & Larkin, J.L. (2008). Effectiveness of a highway overpass to promote landscape connectivity and movement of moose and roe deer in Sweden. *Landscape and Urban Planning*, **85**, 133-139.
- Oregon Department of Transportation (1996). *Medians. Salem*. Oregon: Discussion Paper No. 4.
- Ørnes, A. L. (1981). *Trafikksikkerhetseffekten av gang- og sykkelveger*. Oppdragsrapport 56. Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk.
- Oslo Veivesen (1995). *Ulykkesanalyse. Rundkjøring i Oslo*. Statens Vegvesen, Oslo.
- Ott, S. E., Haley, R. L., Hummer, J. E., Foyle, R. S., & Cunningham, C. M. (2012). Safety effects of unsignalized superstreets in North Carolina. *Accident Analysis & Prevention*, **45**, 572-579.
- Painter, K. (1998). Value for money: Street lighting and crime reduktion. *Lighting Journal*, **63**, 24-27.
- Pajunen, K. (1999). *Perusverkon eritasoliittymien turvallisuus (trafikksikkerhet i planskilte kryss i stamvegnettet)*. Helsinki: Tielaitoksen selvityksiä, 21.
- Park, B.-J., Fitzpatrick, K., & Lord, D. (2010). Evaluating the effects of freeway design elements on safety. *Transportation Research Record*, **2195**, 58-69.
- Parsons, O. (1996). *Medians versus two-way left turn lanes. The Georgia experience*. Transportation Research Board, Jan. 8, 1996.
- Parsons, O., Waters, M. G., & Fincher, J. S. (2000). *Georgia study confirms the continuing safety advantage of raised medians over TWLTL*. Fourth National Conference on Access Management, Portland, Oregon, August 14, 2000.
- Passetti, K.A. & Fambro, D.B. (1999). Operating speeds on curves with and without spiral transitions. *Transportation Research Record*, **1658**, 9-16.
- Pei, X., Wong, S. C., & Sze, N. N. (2011). A joint-probability approach to crash prediction models. *Accident Analysis & Prevention*, **43(3)**, 1160-1166.
- Perchonok, K. et al. (1978). *Hazardous Effects of Highway Features and Roadside Objects*. Volume 2: Findings. Report FHWA-RD-78-202. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington.
- Persaud, B. N. & L. Dzbik (1993). Accident Prediction Models for Freeways. *Transportation Research Record*, **1401**, 55-60.
- Persaud, B. N. (1987). Migration of accident risk after remedial blackspot treatment. *Traffic Engineering and Control*, **28**, 23-26.
- Persaud, B.N., Retting, R.A., Gårder, P.E. & Lord, D. (2001). *Observational before-after study of the safety effect of US roundabout conversions using the Empirical Bayes method*. TRB paper 01-0562. Washington DC, Transportation Research Board.
- Pettersson, R. (1977). *Avkörningsolyckor och vägens sidoutrymme*. Etapp 2. Olycksrisk samt samband mellan skadeföld och utformningen av vägens sidoutrymme. VTI-rapport 127. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut (VTI).
- Pfeifer, J. P. C. (1999). *Sikkerhed for cyklister i kryds*. Aalborg Universitet.
- Pfundt, K. (1986). Strassenbeleuchtung und Verkehrssicherheit. *Strassenverkehrstechnik*, **Heft 1**, 1-9.
- Philip, P., Vervialle, F., Le Breton, P., Taillard, J., Horne, J.A. (2001). Fatigue alcohol and serious road crashes in France: factorial study of national data. *British Medical Journal*, **322**, 829-830.
- Philipps, S.L., Carter, D.L., Hummer, J.E. & Foyle, R.S. (2004). *Effects of increased U-Turns at intersections on divided facilities and median divided versus five-lane undivided benefits*. Report FHWA/NC/2004-07.
- Poch, M. & Mannering, F. (1996). Negative binomial analysis of intersection accident frequencies. *Journal of Transportation Engineering*, **122**, 105-113.
- Potts, I. & Harwood, D. (2003). *Application of European 2+1 Roadway Designs*. Research Results Digest, No 275. Transportation Research Board.
- Potts, I.B. & Harwood, D.W. (2004). *Benefits and design / location criteria for passing lanes*. Kansas: Midwest Research Institute, report No. RDT 04-008.
- Prakash, A. B., Oliver, E. H. D. A., & Balcombe, K. (2010). Does building new roads really create extra traffic? Some new evidence. *Applied Economics*, **33(12)**, 1579-1585.
- Preston, H. & Schoenecker, T. (2000). *Bypass lane safety, operations, and design study*. Report MN/RC - 2000-22. Minneapolis: BRW, Inc.
- Preston, H. and Schoenecker, T. (1999). *Safety Impact of Street Lighting at Isolated Rural Intersections*. Final Report MN/ RC-1999-17. Minnesota Department of Transportation, April.
- Proctor, S. (1995). An independent review of 3M «Road Safety» products. *Proceedings of the Conference Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP)*, Prague, the Czech Republic, September 20-22, 1995, Vol 4A, Part 5, 179-192. Linköping, Swedish National Road and Transport Research Institute.
- Putman, R.J. (1997). Deer and road traffic accidents: Options for management. *Journal of Environmental Management*, **51**, 43-57.
- Quenault, S. W. (1981). *Peterborough experimental cycle route*. TRRL Laboratory Report 975. Crowthorne, Berkshire, Transport and Road Research Laboratory.
- Ragnøy, A. (1978). *Serviceanlegg langs riksveger. Hovedoppgave i samferdselsteknikk*. Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Institutt for Samferdselsteknikk.
- Ragnøy, A. og Elvik, R. (2003). *Trafikksikkerhetsanalyse av stamvegnett i Norge*, TØI-rapport 649, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Ragnøy, A., Christensen, P. og Elvik, R. (2002). *Skadegradstetthet – SGT Et nytt mål på hvor farlig en vegstrekning er*, TØI-rapport 618, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ramírez, B. A., Izquierdo, F. A., Fernández, C. G., & Méndez, A. G. (2009). The influence of heavy goods vehicle traffic on accidents on different types of Spanish interurban roads. *Accident Analysis & Prevention*, **41**(1), 15-24.
- Rasmussen, S., L. Herrstedt & S. Hemdorff. (1992). *Trafiksikkerhed på motortrafikeveje*. Notat 8. Vejdatalaboratoriet, Herlev
- Sakshaug, C. (1998). Effekt av overhøyde i kurver. SINTEF rapport.
- Ray, M.H. & Hopp, J.A. (2000). Performance of Eccentric Loader Terminals in Iowa and North Carolina. *Transportation Research Record*, **1720**, 44-51
- Ray, M.H. (2000). Safety Effectivness of Upgrading Guardrail Terminals to NCHRP Report 350 Standards. *Transportation Research Record*, **1720**, 52-58
- Ray, M.H., Troxel, L.A. & Carney, J.F. (1991). III.Characteristics of Fixed-Roadside-Object Side-Impact Accidents. *Journal of Transportation Engineering*, **117**, 281-297.
- Reed, D. F. & Woodard, T.N. (1981).Effectiveness of Highway Lighting in Reducing Deer-Vehicle Accidents. *Journal of Wildlife Management*, **45**, 721-726.
- Reed, D. F., Woodard, T.N. & Beck, T.D.I. (1977). *Highway Lighting to Prevent Deer-Auto Accidents*. Final Report. Report CDOH-P&R-R-77-5. Colorado Division of Highways, 1977.
- Reed, D.F. ,Woodard, T.N. & Pojar, T.M. (1975). Behavioral response of mule deer to a highway underpass. *Journal of Wildlife Management*, **39**, 361-367.
- Reeve, A.F. & Anderson, S.H. (1993). Ineffectiveness of Swareflex reflectors at reducing deer-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*, **21**, 127-132.
- Rein, J. G. (1986). *Agorafobi, tunneler og tiltak. Arbeidsdokument av 1.9.1986 (prosjekt O-1286)*. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Retting, R. A. (1991). *Improving Urban Traffic Safety: A Multidisciplinary Approach. Experiences From New York City 1983-1989*. Prepared in conjunction with the Volvo Traffic Safety Award 1991. Belleville, NJ, Thompson Printing.
- Retting, R.A., Luttrell, G. & Russell, E.R. (2002). Public opinion and traffic flow impacts of newly installed modern roundabouts in the United States. *ITE Journal*, **72**, 30-32,37.
- Reyner, L. A., Horne, J. A., & Flatley, D. (2010). Effectiveness of UK motorway services areas in reducing sleep-related and other collisions. *Accident Analysis & Prevention*, **42**(4), 1416-1418.
- Richards, S. H. (1981). Effects of Turning Off Selected Roadway Lighting as an Energy Conservation Measure. *Transportation Research Record*, **811**, 23-25.
- Ricker, E. R. et al. (1977). *Evaluation of Highway Safety Program Standards Within the Purview of the Federal Highway Administration* - Final Report. Report DOT-FH-11-9129. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington.
- Rimiller, J., Ivan, J. & Garrick, N. (2003). *Estimating benefits from specific highway safety improvements. Phase III safety benefits from left turn treatment*. Report JHR 02-290. University of Connecticut, Connecticut Transportation Institute.
- Robatsch, K. & Nussbaumer, C. (2005). *Sicherheitsvergleich von Tunnels*. Verkehrs-sicherheitsvergleich von Tunnels mit Gegenverkehr und Tunnels mit Richtungs-verkehr mit anderen Strassen arten. Kuratorium für Verkehrs-sicherheit, Wien.
- Rogers, E. (2004). *An ecological landscape study of deer vehicle collisions in Kent County, Michigan*. Report by White Water Associates Inc. Prepared for Kent County Road Commission, Grand Rapids, Michigan.
- Rogness, R. O., D. B. Fambro & D. S. Turner. (1982). Before-After Analysis for Two Shoulder Upgrading Alternatives. *Transportation Research Record*, **855**, 41-47.
- Rohr, C., Daly, A., Fox, J., Patruni, B., van Vuren, T., & Hyman, G. (2012). Machester motorway box: Post-survey research of induced traffic effects. *Disp. The Planning Review*, **48**(3), 24-29.
- Romer, J. & Mosler-Berger, C. (2003). *Preventing wildlife-vehicle accidents*. The animal detection system CALSTROM: 3 Proceedings of Infra Eco Network Europe (IENE) Conference. Habitat fragmentation due to Transport Infrastructure and Presentation of the COST 341 action, 13-15 November 2003, Brussels, Belgium.
- Rosbach, O. (1984). *Kantlinier forbedrer både bilisters og cyklisters sikkerhed*. *Dansk Vejtidskrift*, **11**, 1984. Særtryk utgivet af Vejdirektoratet. Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger (SSV).
- Rutley, K. S. (1972). *Advisory speed limits for bends*. TRRL Report LR 461. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Ryley, T. J. (1996). *Advanced stop lines for cyclists: The role of central cycle lane approaches and signal timings*. TRL report 181, Transport Research Laboratory, Berkshire.
- Rystam, Å. (1995). *Demonstrationscykelstråk i Göteborg*. Bulletin 127. Lund, Tekniska Högskolan i i Lund, Institutionen för trafikteknik.
- S/K Transportation Consultants, Inc. (2000). *National Highway Institute Course Number 133078: Access Management, Location, and Design*, April.
- Sacks, W.L. (1965). Effect of Guardrail in a Narrow Median Upon Pennsylvania Drivers. *Highway Research Record*, **83**, 114-131.
- Sagberg, F. (1999). Road accidents caused by drivers falling asleep. *Accident Analysis & Prevention*, **31**(6), 639-649.
- Sagberg, F., & Bjørnskau, T. (2004). *Sovning bak rattet: Medvirkende faktorer, omfang og konsekvenser*. TØI-Rapport 728/2004. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sager, T.; Bertelsen, D.; Gryteselv, K.; Langmyhr, T. (1992). *Evaluering av arbeidet med konsekvensanalyser i TP10*. Rapport STF63 A92003. Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk.

- Saito, M., Cox, D.D. & Jin, T.G. (2005). *Evaluation of four recent traffic and safety initiatives, Vol. II: Developing a procedure for evaluating the need for raised medians*. Utah Department of Transportation Research and Development Division: Final Report.
- Sakshaug, C. (1998). *Effekt av overbøyde i kurver*. SINTEF rapport.
- Sakshaug, K. & Giæver, T. (2004). *Effekt av midtrekkeverk på to- og trefelts veg*. STF22 A04319, SINTEF.
- Sakshaug, K. & Johannessen, S. (2005). *Revisjon av handbook 115 "Analyse av ulykkessteder": Verdier for normal ulykkesfrekvens og skadekostnad ved normal og god standard*. SINTEF notat 2005-05-03. Trondheim, SINTEF Teknologi og Samfunn, Transportsikkerhet og -informatikk.
- Sakshaug, K. (1986). *Fartsgrenseundersøkelsen -85*. Detaljerte resultater fra fartsdelen og ulykkesdelen. Notat 535/86 og 536/86, SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Salvisberg, U., Allenbach, R., Cavegn, M., Hubacher, M. & Siegrist, S. (2004). *Verkehrssicherheit in Autobahn- und Autostrassentunneln des Nationalstrassennetzes*. Bfu-report 51. Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.
- Sandhu, B., and J. Al-Kazily (1996). *Safety impacts of freeway traffic congestion*. Paper 960702. Transportation Research Board, 75th Annual Meeting, January 7-11, 1996, Washington DC.
- Savolainen, P. & Tarko, A. (2004). *Safety of intersections on high-speed road segments with superelevation*. FHWA/IN/JTRP-2004/25.
- Savolainen, P. T., & Tarko, A. P. (2005). Safety impacts at intersections on curved segments. *Transportation Research Record*, **1908**, 130-140.
- Sawalha, Z., & Sayed, T. (2001). Evaluating safety of urban arterial roadways. *Journal of Transportation Engineering*, **127**(2), 151-158.
- Sax, C. R. (2008). *Clear Zone – A synthesis of practice and an evaluation of the benefits of meeting the ten-foot clear zone goal on urban streets*. Iowa State University.
- Sayed, T., & Rodriguez, F. (2001). Accident prediction models for urban unsignalized intersections in british columbia. *Transportation Research Record*, **1665**, 93-99.
- Schafer, J. A.; Penland, S.; Carr, W. P. (1985). Effectiveness of Wildlife Warning Reflectors in Reducing Deer-Vehicle Accidents in Washington State. *Transportation Research Record*, **1010**, 85-88.
- Schandersson, R. (1979). *Avkörningsolyckor och vägens sidoutrymme. Etapp 3. Olyckskostnader samt beräkning av olycksrisker och olyckskostnader för objekt i sidoutrymmet*. VTI-rapport 185. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Schandersson, R. (1982). *Effekten på trafikolyckor av några åtgärder i horisontalkurvor*. VTI-meddelande 298. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Schiøtz, I. (1982). *Sidevejsbeller. Sikkerhedsmæssig effekt*. EMMA-rapport 2. Næstved, Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger (SSV).
- Schnüll, R., W. Haller & H. Von Lübke. (1992). *Sicherheitsanliegen bei der Umgestaltung von Knotenpunkten in Städten*. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) 253. Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch-Gladbach.
- Schoon, C. C. & J. Van Minnen. (1993). *Ongevallen op rotondes II. Tweede onderzoek naar de onveiligheid van rotondes vooral voor fietsers en bromfietzers*. R-93-16. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, SWOV, Leidschendam.
- Schoon, C.C. (1990). *After seven years RIMOB in practice. An evaluation of the Dutch impact attenuator RIMOB*. SWOV report R-90-49. Leidschendam, SWOV institute for Road Safety Research.
- Schreuder, D. A. (1989). *The relationship between the level of street lighting and the traffic safety*. R-89-55. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Schreuder, D. A. (1993). Relation between lighting, accidents and crime in urban streets. *The VIIIth European Lighting Conference*, 4-7 April 1993, Heriot-Watt University, Edinburgh, Scotland. Proceedings, Volume 1, 117-123.
- Schultz, G. G., Thurgood, D. J., Olsen, A. N., & Reese, C. S. (2010). *Transportation safety data and analysis*. Volume 1: Analyzing the effectiveness of safety measures using Bayesian methods.
- Schultz, L.C. (1986). Pennsylvania's Guide Rail Standards: A Cost-Effective Change. *Transportation Research Record*, **1065**, 12-18.
- Scriven, R. W. (1986). Raised Median Strips - A Highly Effective Road Safety Measure. *ARRB Proceedings*, **Vol 13, Part 5**, 46-53.
- Scully, J., Newstead, S., Corben, B. og Candappa, N. (2006). *Evaluation of the effectiveness of the \$240M Statewide blackspot program – accident blackspot component*. Monash University Accident Research Centre, Melbourne.
- Seburn, T. C. (1948). *Relighting A City*. Proceedings of the Institute of Traffic Engineers Nineteenth Annual Meeting, 58-72, (Siter etter Ketvirtis 1977).
- Seiler, A. (2005). Predicting locations of moose vehicle collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology*, **42**, 371-382.
- Seim, R. (1994). *Analyse av kryssulykker i Akershus fylke 1990-93*. Hovedoppgave i samferdselsteknikk høsten 1994. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Senneset, G. (1983). *Rundkjøringer. Del II Hovedrapport. Erfaringer fra utvalgte rundkjøringer i Norge*. STF63 A83001 II. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Shankar, V. N., Albin, R. B., Milton, J. C., & Nebergall, M. B. (2000). In-Service, Performance-Based Roadside Design Policy: Preliminary Insights from Washington State's Bridge Rail Study. *Transportation Research Record*, **1720**, 72-79.
- Shankar, V. N., Chayanan, S., Sittikariya, S., S., M.-B., Juvva, N. K., & Milton, J. C. (2004). *The marginal impacts of design, traffic, weather and related interventions on roadside crashes*. 3rd Annual Meeting of the National Transportation Research Board, Washington.

- Shankar, V., Mannering, F. & Barfield, W. (1995). Effect of roadway geometrics and environmental factors on rural freeway accident frequencies. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 371-389.
- Shankar, V., Milton, J. & Mannering, F. (1997). Modelling accident frequencies as zero-altered probability processes: An empirical inquiry. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 829-837.
- Short, D. & L. S. Robertson. (1998). Motor vehicle death reductions from guardrail installation. *Journal of Transportation Engineering*, **124**, 501-502.
- Siddiqui, C., Abdel-Aty, M., & Choi, K. (2012). Macroscopic spatial analysis of pedestrian and bicycle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, **45**, 382-391.
- Sielecki, L. E. (2001). Evaluating the effectiveness of wildlife accident mitigation installations with the Wildlife Accident Reporting System (WARS) in British Columbia, 473-489. *Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation*. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University.
- Sielski, M. C. (1967). Relationship of Roadway Lighting and Traffic Accidents. *Highway Research Board Special Report 93, Improved Street Utilization through Traffic Engineering*, 172-177. Highway Research Board, Washington DC.
- Siemens A/S. (1989). *Sikkerhet i veitunneler*. Siemens Norge A/S, Oslo.
- Sinclair, Knight & Partners Ltd. (1973). *A Review of Road Design in Relation to Road Safety. October 1971*. Report NR/11. Expert Group on Road Safety, Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia.
- Slätis, A. (1994). *Så här har trafikolyckorna på Sveavägen halverats. Paper presenterat ved VTIs och KFBs forskardagar, Linköping, 12 och 13 januar 1994*. KFB och VTI forskning/research, 12, del 3, 188-198. Kommunikationsforskningsberedningen, Stockholm
- Smith, R. L.; Walsh, T. (1988). Safety Impacts of Bicycle Lanes. *Transportation Research Record*, **1168**, 49-56.
- Spilsberg, E., Borrud, E., Myrberg, G. og Nordgård, G. O. (2008). *Sykelhåndboka - Sammenlignet med utenlandske løsninger*, Rambøll for Statens vegvesen Vegdirektoratet, Trondheim.
- Squires, C. A. & P. S. Parsonson (1989). Accident Comparison of Raised Median and Two-Way Left-Turn Lane Median Treatments. *Transportation Research Record*, **1239**, 30-40.
- Stabell, P. (1992). *Trafikkavvikling i tunneler*. Paper presenterat ved Nordisk Vegteknisk Forbunds XVI Kongress, Tammerfors, Finland, 9-11 juni, 1992. I Via Nordica, Dokument, 468-478. Helsinki, Nordiska Vägtekniska Förbundet.
- Statens vegvesen (1983). *Veiledning*. Håndbok 115. Analyse av ulykkessteder. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (1987). *Normaler*. Håndbok 050. Skiltnormaler. Tekniske bestemmelser og retningslinjer for offentlige trafikkskilt, vegoppmerking og trafikksignaler. Oslo, Statens vegvesen.
- Statens vegvesen (1991 - utgått). *Vegdata*. Veg- og kjøretøystatistikk. Håndbok 061
- Statens vegvesen (1993). *Normaler*. Håndbok 017. Veg- og gateutforming. Oslo, Statens vegvesen.
- Statens vegvesen (1997). *Håndbok 204 Rasteplasser*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61476/binary/14183.
- Statens Vegvesen (2003). *Håndbok 231 Rekkverk*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens vegvesen (2003). *Sykelhåndboka - Utforming av sykkelanlegg, Veiledning*, Håndbok 233, Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2003a). *Standard for drift og vedlikehold*, Håndbok 111, Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2005). *Trafikksikkerhetsrevisjoner- og inspeksjoner, Veiledning*, Håndbok 222, Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2005a). *Effektberegninger – Østfold – ulykkespunkter og ulykkesstrekninger*, Statens vegvesen, Trafikk-sikkerhetsseksjonen.
- Statens vegvesen (2006). *Håndbok 140 Konsekvensanalyser*.
- Statens vegvesen (2006). *Normaler*. Håndbok 021. Vegtunneler. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen (2006). *Vegtunneler*, håndbok 021. Normaler.
- Statens vegvesen (2007). *Analyse av ulykkessteder, Veiledning*, Håndbok 115, Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2007). *Nasjonal transportplan 2010-2019 - Nasjonal sykkelstrategi - attraktivt å sykle for alle - Grunnlagsdokument for NTP 2010-2019* Vegdirektoratet, Staten vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2007). *Normaler*. Håndbok 050. Trafikkskilt. Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming (skiltnormal). Foreløpig utgave. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen (2007a). *Analyse av ulykkessteder – vedleggsdel for manuelle beregninger, Veiledning*, Håndbok 115, Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2007a). *Statusrapport for Statens vegvesens oppfølging av Nasjonal sykkelstrategi, rapport 2007/09*, Utbygging-savdelingen, Oslo.
- Statens vegvesen (2007b). *Nøkkeltall 2006*, Staten vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2007b). *Trafikkskilt - Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming (skiltnormal) - foreløpig utgave - del 1 og del 2*. Håndbok 050, Oslo.
- Statens vegvesen (2008). *Håndbok 017 Veg- og gateutforming*. <http://www.vegvesen.no/binary?id=14121>.
- Statens Vegvesen (2008). *Håndbok 017 Veg- og gateutforming*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens vegvesen (2008). *Nøkkeltall 2007*, Staten vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2009). *Håndbok 050 Skiltnormal*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens vegvesen (2011). *Stammnettutredning*. VD Rapport Nr. 14. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Veg- og transportavdelingen.
- Statens vegvesen (2013). *Håndbok N100*. Veg- og gateutforming.
- Statens vegvesen (2013). *Håndbok N101* Rekkverk og vegens sideområder.

- Statens vegvesen Vegdirektoratet (1991). *Revisjon av Norsk veg- og vegtrafikkplan 1994-97*. Vurdering av strateginotatene og forslag til mål og prioritering. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Langtidsplankontoret.
- Statens Vegvesen. (2007). *Håndbok 115 Analyse av ulykkessteder*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens vägverk (1979). *Viltstängsel. Placering, kostnader och drift*. Kunskapsläge 1978-12. Meddelande TU 1979:1. Borlänge, Statens vägverk, Utvecklingssektionen.
- Statens Vägverk (1981). *Olycksreducerande åtgärder i tätort*. En føre/efter studie. PP-meddelande 19. Borlänge, Statens vägverk, Sektionen för planeringsunderlag.
- Statens vägverk (1983). *Trafiksäkerheten i trafikeplatser på 2-fältig väg. Rapport TU 153*. Statens vägverk, Utvecklingssektionen, Borlänge.
- Statens vägverk (1983). *Trafiksäkerhetseffekt av väginvesteringar*. 20 exempel på uppföljda objekt. PP-Meddelande nr 27. Borlänge, Statens vägverk, Sektionen för planeringsunderlag.
- Statens vägverk (1985B). *Viltstängsel. Olika typerns effekt och kostnad*. Meddelande TU 1985:2., Statens vägverk, Utvecklingssektionen, Borlänge
- Statens vägverk (1987). *Siktröjning som viltolycksminskande åtgärd*. Rapport VV 1987:14. Borlänge, Statens vägverk, Serviceavdelning Planering och Projektering, Trafiksäkerhetssektionen.
- Statens vägverk. (1979). *Viltstängsel. Placering, kostnader och drift*. Kunskapsläge 1978-12. Meddelande TU 1979:1. Borlänge, Statens vägverk, Utvecklingssektionen.
- Statens vägverk. (1985A). *Trafiksäkerhet på vägar projekterade/byggda under 1950-, 1960- och 1970-talet*. Meddelande TU 1985:5. Statens vägverk, Tekniska avdelningen, Utvecklingssektionen, Borlänge.
- StatensVegvesen (2003). *Håndbok 111 Drift og vedlikehold*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61430/binary/14137.
- StatensVegvesen (2007). *Håndbok 115 Analyse av ulykkessteder*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- StatensVegvesen (2008). *Håndbok 017 Veg- og gateutforming*. <http://www.vegvesen.no/binary?id=14121>.
- Statistisk sentralbyrå (2000). *Vegtrafikkulykker*. Årlig utgave. 1996-2000 (årgangene 1995-1999). Oslo- Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå (2009). *Statistikkbanken - Personer drept eller skadd i veitrafikkulykker etter kjønn, skadegrad og trafikantgruppe*, <http://www.ssb.no/vtuuar/> (sett mars 2009).
- Stephan, K., & Newstead, S. (2012). *Towards safer urban roads and roadsides: Factors affecting crash risk in complex urban environments*. Paper presented at the Australasian Road Safety Research Policing Education Conference, 2012, Wellington, New Zealand.
- Stewart, D. & C. J. Chudworth. (1990). A remedy for accidents at bends. *Traffic Engineering and Control*, **31**, 88-93.
- Stigre, S. A. (1993). *Forkjøringsregulering av overordnet vegnett i Bærum*. Effektundersøkelse. Utarbeidet for statens vegvesen Akershus. Rykkinn.
- Stigre, S. A. (1993). *Trafikksikring i Hamar*. Ulykkesanalyse og forslag til trafikksikkerhetstiltak. Del 1 og 2. StatensvegvesenHedmarkogHamarkommune.
- Stigre, S. A. (1993B). *Tiltak mot utforkjøringsulykker i Vestfold*. Effektundersøkelse. Oppdragsrapport til Statens vegvesen Vestfold. Svein A. Stigre, Rykkinn.
- Storaas, T., Gundersen, H., Henriksen, H. and Andreassen, H. P. (2001). The economic value of moose in Norway – a review. *Alces*, **37**, 97-107.
- Storaas, T., Nicolaysen, K.B., Gundersen, H., Zimmermann, B. (2005). *Prosjekt elg-trafikk i Stor-Elvdal 2000-2004 – hvordan unngå elgpåkjørslar på veg og jernbane*. Oppdragsrapport nr. 1. Høgskolen i Hedmark.
- Strand, A., Næss, P., Tennøy, A., & Steinsland, C. (2009). *Gir bedre veger mindre klimagassutslipp? (Does road improvement decrease greenhouse gas emissions?)*. TØI rapport 1027/2009. Oslo: Transportøkonomiskinstitutt.
- Strathman, J. G., Dueker, K. J., Zhang, J., & Williams, T. (2001). *Analysis of design attributes and crashes on the Oregon highway system*. Report FWHA-OR-RD-02-01. Center for Urban Studies. College of Urban and Public Affairs. Portland State University. Portland, Oregon.
- Strugstad, R. (1985). *Bruk av gang- og sykkelveganlegg. Utformingens og vedlikeholdets betydning*. Rapport STF63 A85006. Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk.
- Stølan, A. (1988). *Erfaringer med trafikksaneringer og sammenhengende gang- og sykkelveger*. Oslo, Asplan Samferdsel. Utgitt av Samferdselsdepartementet, Miljøverndepartementet, Kommunal- og arbeidsdepartementet og Vegdirektoratet.
- Stølen, J. A. (1969). *Virkinger av omkjøringsvegene ved Lillesand og Sande*. Oslo: Norsk institutt for by- og regionforskning, (Magisteravhandling I geografi ved Universitetet i Oslo).
- Sullivan, E. C. (1990). Estimating Accident Benefits of Reduced Freeway Congestion. *Journal of Transportation Engineering*, **116**, 167-180.
- Sullivan, T.L., Williams, A.F., Messmer, T.A., Hellinga, L.A. & Kyrkychenko, S.Y. (2004). Effectiveness of temporary warning signs in reducing deer-vehicle collisions during mule deer migrations. *Wildlife Society Bulletin*, **32**, 907-915.
- SWOV (2007). *SWOV fact sheet – The high risk location approach*, Institute for road safety research, Leidschendam.
- Sælensminde, K. (2002). *Gang- og sykkelvegnet i norske byer - Nyttekostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk*, TØI-rapport 567, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sæverås, O. J. (1998). *Vestre innfartsåre. Sammenligning av ulykkesituasjonen før og etter åpning av ny innfartsåre fra vest (ytre del)*. Statens vegvesen, Trafikksikkerhetsseksjonen, Berge
- Sørensen, M. (1991). Forsøg med særlig afmærkning af uheldskryds. *Dansk Vejtidskrift*, **5**, 17-19.

- Sørensen, M. (2006). *Gråstrækningeridetåbne land* – udvikling, anvendelse og vurdering af uheldsbaseret metode til udpegningsanalyse og forbedring af gråstrækninger, ph.d.-afhandling, Aalborg Universitet, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg.
- Sørensen, M. (2007). *Best practice guidelines on black spot management and safety analysis of road network*, TØI-rapport 898, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sørensen, M. (2008). *Midtstiltet sykkelfelt i Oslo - Litteraturstudie av utenlandske anbefalinger og erfaringer*, TØI-arbeidsdokument SM/2002/2008, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sørensen, M. (2009). *Kryssløsninger i by - Internasjonale anbefalinger for å sikre miljøvennlig bytransport*, TØI-rapport 1004, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sørensen, M. og Elvik, E. (2007). *Black spot management and safety analysis of road networks – best practice guidelines and implementation steps*, TØI-rapport 919, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sørensen, M. og Jensen, H. (2004). Evaluering af sortpletbekæmpelse i Århus Amt. *Dansk Vejtidskrift*, **1**, 11-13.
- Sørensen, M. og Mosslemi, M. (2009). *Subjective and objective safety – The effect of road safety measures on subjective safety for vulnerable road users*, TØI-rapport 1009, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Tamburri, T. N. et al. (1968). Evaluation of Minor Improvements. *Highway Research Record*, **257**, 34-79.
- Tamburri, T. N., Hammer, C. J.; Glennon, J. C. & Lew, A. (1968). Evaluation of Minor Improvements. *Highway Research Record*, **257**, 34-79.
- Tanner, J. C. & A. W. Christie. (1955). Street Lighting and Accidents - a Study of some New Installations in the London Area. *Light and Lighting*, **48**, 395-397.
- Tanner, J. C. (1958). Reduction of Accidents by Improved Street Lighting. *Light and Lighting*, **51**, 353-355.
- Tarko, A. P., Eranky, S., Sinha, K. C., & Scinteie, R. (1999). *An attempt to develop crash reduction factors using regression technique*. A paper submitted for presentation at the 78th Annual Meeting of Transportation Research Board Washington, DC.
- Tarko, A. P., Villwock, N. M., & Blond, N. (2008). Effect of Median Design on Rural Freeway Safety: Flush Medians with Concrete Barriers and Depressed Medians. *Transportation Research Record*, **2060**, 29-37.
- TEB (2005). *An Evaluation of the National Black Spot Programme in Tasmania*, Traffic Engineering Branch (TEB), Department of Infrastructure and Resources, Tasmania government, Tasmania.
- TEB (2007). *An Evaluation of the Auslink Black Spot Programme in Tasmania*, Traffic Engineering Branch (TEB), Department of Infrastructure and Resources, Tasmania government, Tasmania.
- Thingwall, L. (1991). *Trafikksikkerhetsmessig effekt av gang og sykkelveganlegg i Akershus*. Hovedoppgave ved Institutt for Samferdselsteknikk. Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Institutt for Samferdselsteknikk.
- Thomas, G.B. & Smith, D.J. (2001). *Effectiveness of roadway safety improvements*. Final Report. Ames, IA: Iowa State University Research Park.
- Thomson, R., et. al. (2006a), *RISER - Roadside Safety for Safer European Roads*, Final Technical Report, European Commission DG-TREN GRD2/2001/50088, 5th Framework
- Thomson, R., et. al. (2006b), *RISER - Roadside Safety for Safer European Roads*, Deliverable 6: RISER D06-European Best Practice for Road Design-Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads, Report, European Commission DG-TREN GRD2/2001/50088, 5th Framework
- Thorson, O. & I. Mouritsen. (1971). *Den koordinerede ubeldsstatistik 1962-1966. En analyse af 38.000 ubeld på de danske hovedlandeveje og landeveje*. RFT-rapport 6. Rådet for Trafikksikkerhedsforskning (RFT), København.
- Thulin, H. (1991). *Trafikantgrupperes skadetal, risiker och hälsoförluster i olika trafikmiljöer - en tabellsammanställning*. Bilaga 2 till Samhällsekonomisk prioritering av trafiksäkerhetsåtgärder. TFB & VTI forskning/research rapport 7:2 1991. Stockholm og Linköping, Transportforskningsberedningen og Statens väg- och trafikinstitut.
- Tie- ja vesirakennushallitus (1983). *Perusverkon eritasoliittymien liikenneturvallisuus*. Helsinki, Tie- ja vesirakennushallitus, Liikennetoimisto, Insinööritoimisto Y-Suunnittelu.
- Tiehallinto (1998). *Obituskaistojen turvallisuus (The safety of passing lanes)*. Tiehallinnon Selvityksiä. Helsinki: Tiehallinto.
- Tielaitos (2000). *Perusverkon eritasoliittymien turvallisuus turvallisuus (The safety of grade-separated junctions)*. Tietoa tiensuunnittelun, 47. Tielaitos, Tie- ja liikennetekniikka.
- Tjåde, A. S. (1993). *Sammendrag av hovedrapporter i TP 10. EVA I-1*. Oslo, Transportøkonomisk institutt, Miljøverndepartementet, Samferdselsdepartementet, Statens forurensningstilsyn, Norges Statsbaner og Vegdirektoratet.
- Tom, G. K. J. (1995). Accidents on Spiral Transition Curves. *ITE-Journal*, September, 49-53
- Torbic, D., Harwood, D., Gilmore, D., Richard, K., & Bared, J. (2009). Safety analysis of interchanges. *Transportation Research Record*, **2092**, 39-47.
- Traffic Engineering Branch (2005). *An Evaluation of the National Black Spot Programme in Tasmania*. Traffic Engineering Branch, Department of Energy and Resources, Tasmania, Australia.
- Traffic Engineering Branch (2007). *State Black Spot Program. Notes on Administration*. Traffic Engineering Branch, Department of Energy and Resources, Tasmania, Australia.
- Tran, T. (1999). *Vegtrafikkulykker i rundkjøringer – 1999*. TTS rapport 2, 1999. Vegdirektoratet, Transport- og trafikksikkerhetsavdelingen, Oslo.
- Transport for London Street Management (2005). Do traffic signals at roundabouts save lives? *Transportation Professional*, April.
- Transportforskningsdelegationen. Viltolyckor (1980). *Trafikanterbeteendochmöjligheter att påverka detta*. Rapport 1980:3. Stockholm, Transportforskningsdelegationen.

- TRB (1987). *Designing safer roads. Practices for resurfacing, restoration, and rehabilitation*. Special Report 214.
- Tsyganov, A.R., Machemehl, R.B. & Warrenchuk, N.M. (2005). *Safety impact of edge lines on rural two lane highways*. Report FHWA/TX-05/0-5090-1. Austin, TX: Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin.
- Tudge, R. T. (1990). Accidents at roundabouts in New South Wales. *Proceedings of the 15th ARRB Conference*, Part 5, 331-349. Australian Road Research Board, Vermont South, Australia.
- Tung, S. H., Wong, S. V., Law, T. H., & Umar, R. S. R. (2008). Crashes with roadside objects along motorcycle lanes in Malaysia. *International Journal of Crashworthiness*, **13**, 205-210.
- Tuovinen, P. & Enberg, A. (2003). *Tiemerkinnat oibutusaikastakobdissa - Sulkuviivojen vaikutus ajokäyttäytymiseen (Oppmerking av forbikjøringsfelt - Vikrking av sperrefelt på kjøreatferd)*. Helsinki: Tiehallinnon Selvityksiä, 50/2003.
- Tuovinen, P., Kosonen, T. & Enberg, Å. (2002). *Kiihdytyskaistat perusverkon erityisliittymissä*. Helsinki: Tiehallinnon Selvityksiä, 47/2002.
- Turner, D.S., Fambro, D.B & Regness, R.O. (1981). Effects of paved shoulders on accident rates for rural Texas highways. *Transportation Research Record*, **819**, 30-37.
- Turner, H. J. (1962). Influence of road lighting on traffic safety and service. *Proceedings of the Australian Road Research Board*, Volume 1, Part 1, 596-611.
- Tye, E.J. (1975). Median Barriers in California. *Traffic Engineering*, **25**, 28-29.
- Tziotis, M. (1993). *Evaluation of mid-block accident black spot treatment*, report 48, Monash University Accident Research Centre, Melbourne.
- UK Department of Transport (1991). *Transport Statistics Great Britain 1991*. London, Her Majesty's Stationary Office, September.
- US Department of Transportation (1992). *Fatal and Injury Accident Rates on Public Roads in the United States, 1991*. Washington, DC, US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Uschkamp, G., Hecker, R.; Thäsler, H-U. & Breuer, D. (1993). *Zusammenhang zwischen Beleuchtungsgüte und Strassenverkehrsunfällen*. FE 70300/89. Schlussbericht 31.8.1993. ISV Ingenieurgruppe Stadt + Verkehr.
- Vaa, T. & Johannessen, S. (1978). *Ulykkesfrekvenser i kryss. En landsomfattende undersøkelse av ulykkesforholdene i 803 kryss i perioden januar 1970 - juni 1976*. Oppdragsrapport 22. Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk.
- Van Minnen, J. (1990). *Ongevallen op rotondes. Vergelijkende studie van de onveiligheid op een aantal locaties waar een kruispunt werd vervangen door een "nieuwe" rotonde*. R-90-47. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, SWOV, Leidschendam.
- Värhelyi, A. (1993). *Minirondeller. Energi- ofch miljöeffekter*. TFB-rapport 1993:6. Transportforskningsberedningen, Stockholm.
- Veisten, K., Flügel, S., & Elvik, R. (2010). *Den norske verdsettingsstudien. Ulykker - verdien av statistiske liv og beregning av ulykkes samsfunnskostnader*. TØI Rapport 1053C/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Vejdatalaboratoriet - Vejdirektoratet (1991). *Trafikubeldi 1990 påkommuneveje, landevejeoghovedlandeveje*. Rapport 97. Næstved, Vejdatalaboratoriet.
- Vejdirektoratet (1980). *Farlige og sikre veje. Den koordinerede ubeldsstatistik 1976-78*. Rapport 26. Vejdatalaboratoriet, Økonomisk-statistisk afdeling, København.
- Vejdirektoratet (2000). *Idékatalog for cykeltrafik*, Vejdirektoratet, København.
- Viner, J.G. & Tamanini, F.J. (1973). Effective Highway Barriers. *Accident Analysis and Prevention*, **5**, 203-214.
- Vodahl, S. B. & Giæver, T. (1986). *Risiko i vegkryss. Dokumentasjonsrapport*. Rapport STF63 A86011. Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk.
- Vodahl, S. B. & Johannessen, S. (1977). *Ulykkesfrekvenser i kryss*. Arbeidsnotat nr 7. Resultater av før/etterundersøkelsen. Oppdragsrapport 178. Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk.
- Vogt, A. & Bared, J. (1998). Accident models for two-lane rural segments and intersections. *Transportation Research Record*, **1635**, 18-29.
- Vogt, A. (1999). *Crash models for rural intersections: Four-lane by two-lane stop-controlled and two-lane by two-lane signalized*. Report FHWA-RD-99-128.
- Vogt, A., & Bared, J. (1998). *Accident models for two-lane rural roads: Segments and intersections*. Report FHWA-RD-98-133.
- Voigt, A.P. & Krammes, R.A. (1998). *An operational and safety evaluation of alternative horizontal curve design approaches on rural two-lane highways*. International Symposium on Highway Geometric Design Practices. Boston, Massachusetts
- Voigt, A.P. (1996). *An evaluation of alternative horizontal curve design approaches on rural two-lane highways*. Report TTI-04690-3, Texas Transportation Institute.
- Voss, H. (1994). *Zur Verkehrssicherheit innenörtlicher Knotenpunkte*. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, **40**, 68-72.
- Voß, H. (2007). *Unfallhäufungenmit Wildunfällen. ModellversuchimoberbergischenKreis. Unfallforschung der Versicherer*. Berlin: Gesamtverband der DeutschenVersicherer.
- Väre, S. (1995). *Riista-aitakokeiluvaltatiellä 6. TielaitoksenSelvityksiä 63/1995*. Helsinki: Tiehallinto, Keskushallinto.
- Værø, H. (1992A). *Effekt af sortpletbekæmpelse i Hillerød*. København, Vejdirektoratet, Trafiksikkerhedsafdelingen.
- Værø, H. (1992B). *Effekt af sortpletbekæmpelse i Nyborg*. Vejdirektoratet, Trafiksikkerhedsafdelingen, København.
- Værø, H. (1992C). *Effekt af sortpletbekæmpelse i Silkeborg*. Vejdirektoratet, Trafiksikkerhedsafdelingen, København.
- Værø, H. (1992D). *Effekt af sortpletbekæmpelse i Skælskør*. Vejdirektoratet, Trafiksikkerhedsafdelingen, København.

- Walker, A. E. & Chapman, R. G. (1980). *Assessment of anti-dazzle screen on M6*. TRRL Laboratory Report 955. Crowthorne, Berkshire, Transport and Road Research Laboratory.
- Walker, C. D. & Lines, C. J. (1991). *Accident reductions from trunk road improvements*. Research Report 321. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Wallis, I., Wignall, D., & Parker, C. (2012). *The implications of road investment November 2012*. NZ Transport Agency research report 507. Wellington, New Zealand.
- Wang, C., Quddus, M. A., & Ison, S. G. (2009). Impact of traffic congestion on road accidents: A spatial analysis of the M25 motorway in England. *Accident Analysis & Prevention*, **41(4)**, 798-808.
- Wang, J., Hughes, W. E., & Steward, R. (1998). *Safety effects of cross-section design on rural multi-lane highways*. Paper presented at the International Symposium on Highway Geometric Design Practices. Boston, Massachusetts.
- Wang, X., & Abdel-Aty, M. (2006). Temporal and spatial analyses of rear-end crashes at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, **38(6)**, 1137-1150.
- Wanvik, P.O. (2007A). *The effect of road lighting on accidents. A Norwegian before-and-after study*. Paper No. 2 PhD project.
- Wanvik, P.O. (2007B). *Injury risk on Dutch roads related to light conditions*. Paper No. 3 PhD project.
- Wanvik, P.O. (2007C). *The accident reducing effect of road lighting in various situations*. Paper No. 4 PhD project.
- Ward, A.L. (1982). Mule deer behaviour in relation to fencing and underpasses on Interstate 80 in Wyoming. *Transportation Research Record*, **859**, 8-13.
- Waring, G.H., Griffis, J.L. & Vaugh, M.E. (1991). White-tailed deer roadside behaviour, wildlife warning reflectors and highway mortality. *Applied Animal Behavior Science*, **29**, 215-223.
- Watts, G.R. (1986). *Safety fence criteria for all-purpose dual carriageway roads - A feasibility study*. 65th TRB Meeting, January 1986.
- Weber, R. & Löhe, U. (2008). Traffic safety and traffic flow on 2+1 routes carrying mixed traffic. *Traffic Engineering and Control*, **49 (4)**.
- Weinert, R. (1996). *Effects of accident remedial measures on urban roads*. Proceedings of Seminar H held at the PTRC European Transport Forum, Brunel University, England, 2-6 September 1996, Vol P 407. Published by PTRC Education and Research Services Ltd.
- Weissbrodt, G. (1984). *Auswirkungen von Ortsumgebungen auf die Verkehrssicherheit*. Heft 48, Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr. Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch-Gladbach.
- Welleman, A. G.; Dijkstra (1985). *A. Fietsvoorzieningen op weggedeelten binnen de bebouwde kom II*. Inventarisatie en voorbereiding analyses. Rapport R-85-46. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, SWOV.
- Wheeler, A. H.; Leicester, M. A. A. (1993). Underwood, G. Advanced stop-lines for cyclists. *Traffic Engineering and Control*, **34**, 54-60.
- Wheeler, A. H.; Morgan, J. M. (1987). The Albert Gate and Albion Gate cycle schemes in London. *Traffic Engineering and Control*, **28**, 628-635.
- Whittaker, A. (2012). *The safety benefit of continuous narrow painted median strips*. University of Southern Queensland. Retrieved from http://eprints.usq.edu.au/23098/1/Whittaker_2012.pdf
- Williams, A.F. & Wells, J.K. (2005). Characteristics of vehicle-animal crashes in which vehicle occupants are killed. *Traffic Injury Prevention*, **6**, 56-59.
- Williston, R.M. (1969). *Motor vehicle traffic accidents: limited access expressway system*. Connecticut State Highway Department, Bureau of Traffic. Technical Report 10 (quoted from Good & Joubert, 1971).
- Wilson, J. E. (1967). *Simple Types of Intersection Improvements*. In: *Improved Street Utilization Through Traffic Engineering*, 144-159. Highway Research Board Special Report 93. Washington DC, National Research Council, Highway Research Board.
- Wittink, R. (2001). *Promoting of mobility and safety of vulnerable road users*, D-2001-3, Institute for Road Safety Research (SWOV), Leidschendam, Nederland.
- Wold, H. (1995). *Trafikkulykker i planskilte kryss*. Hovedoppgave i samferdselsteknikk høsten 1995. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Wolf, K. L., & Bratton, N. J. (2006). Urban trees and traffic safety: Considering U.S. roadside policy and crash data. *Arbiculture & Urban Forestry*, **43(4)**, 170-179.
- Wong, S.C., Sze, N.N. & Li, Y.C. (2007). Contributory factors to traffic crashes at signalized intersections in Hong Kong. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 1107-1113.
- Wong, S-Y.(1990). Effectiveness of Pavement Grooving in Accident Reduction. *ITE Journal*, July, 34-37.
- Wood, P. & Wolfe, M.L. (1988). Intercept feeding as a means of reducing deer-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*, **16**, 376-380.
- Woodard, T.N., Reed, D.F. & Pojar, T.M. (1973). *Effectiveness of Swarflex wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle accidents*. Internal Report, Colorado Division of Wildlife, Fort Collins, Colorado.
- Wyatt, F. D. & E. Lozano. (1957). Effect of Street Lighting on Night Traffic Accident Rate. *Highway Research Board Bulletin*, **146**, 51-55.
- Xie, K., Wang, X., Huang, H., & Chen, X. (2013). Corridor-level signalized intersection safety analysis in shanghai, china using Bayesian hierarchical models. *Accident Analysis & Prevention*, **50**, 25-33.
- Yamamoto, T., & Shankar, V. N. (2004). Bivariate ordered-response probit model of driver's and passenger's injury severities in collisions with fixed objects. *Accident Analysis & Prevention*, **36(5)**, 869-876.

- Yates, J. G. (1970). Relationship Between Curvature and Accident Experience on Loop and Outer Connection Ramps. *Highway Research Record*, **312**, 64-75.
- Yuan, F., Ivan, J. N., Qin, X., Garrick, N. W., & Davis, C. F. (2001). Safety benefits of intersection approach realignment on rural two-lane highways. *Transportation Research Record*, **1758**, 21-29.
- Zador, P., Stein, H., Hall, J. & Wright, P. (1985). *Superelevation and roadway geometry. Deficiency at crash sites and on grades (Abridgement)*. Insurance Institute for Highway Safety, Washington, D.C.
- Zegeer, C. V. & J. A. Deacon. (1987). Effect of Lane Width, Shoulder Width, and Shoulder Type on Highway Safety. *State of the Art Report 6. Relationship between Safety and Key Highway Features. A Synthesis of Prior Research*. Transportation Research Board, Washington DC
- Zegeer, C. V., Hummer, J., Reinfurt, D., Herf, L., & Hunter, W. (1987). *Safety cost-effectiveness of incremental changes in cross-section design - informational guide*. FHWA-RD-87-094, Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- Zegeer, C. V., R. C. Deen & J. G. Mayes. (1981). Effect of Lane and Shoulder Widths on Accident Reduction on Rural, Two-Lane Roads. *Transportation Research Record*, **806**, 33-43.
- Zegeer, C. V., Reinfurt, D. W., Hunter, W. W., Hummer, J., Stewart, R., & Herf, L. (1988). Accident effects of sideslope and other roadside features on two-lane roads. *Transportation Research Record*, **1195**, 33-47.
- Zegeer, C. V. et al. (1991). *Cost-Effective Geometric Improvements for Safety Upgrading of Horizontal Curves*. Report FHWA-RD-90-021. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Turner-Fairbank Highway Research Center, McLean, VA.
- Zegeer, C.V. & Council, F.M. (1995). Safety relationships associated with cross sectional roadway elements. *Transportation Research Record*, **1512**, 29-36.
- Zegeer, C.V., Stewart, J.R., Council, F. & Neumann, T.R. (1994). Accident relationships of roadway width on low-volume roads. *Transportation Research Record*, **1445**, 160-168.
- Zegeer, C.V., Stewart, J.R., Huang, H.H. & Lagerwey, P.A. (2002). *Safety effects of marked vs. unmarked crosswalks at uncontrolled locations: Executive summary and recommended guidelines*. FHWA-RD-01-075.
- Zeibots, M. E. (2007). *Space, time, economics and asphalt: An investigation of induced traffic growth caused by urban motorway expansion and the implications it has for the sustainability of cities*. Thesis. Sydney, Australia.
- Zeibots, M., & Petocz, P. (2005). *The relationship between increases in motorway capacity and declines in urban rail passenger journeys: A case study of Sydney's M4 motorway and Western Sydney rail lines*. Paper presented at the Transporting the future: Transport in a changing environment – 28th Australasian Transport Research Forum.
- Zhang, W., & Olarte, R. (2012). Operational evaluation of detection-control system, a dilemma zone protection technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **48**, 3307-3316.
- Zhou, M. & Sisiokipu, V. (1997). On the relationship between volume to capacity ratios and accident rates. *Transportation Research Record*, **1581**, 47-52.
- Zou, Y., Lord, D., & Zhang, Y. (2011). *Analyzing highly dispersed crash data using the sichel generalized additive models for location, scale and shape*.

2.1 RESTAURAÇÃO GERAL DO PAVIMENTO – RECAPEAMENTO

O capítulo foi revisado em 2014 por Alena Høyе (TØI)

Danos no pavimento podem levar a má fluidez, danos no veículo e aumento no risco de acidentes. A manutenção do pavimento por meio do recapeamento não demonstrou uma redução significativa dos acidentes, possivelmente porque a velocidade é maior nos pavimentos novos do que nos antigos. As rodovias asfaltadas têm, em média, menor risco de acidentes do que as estradas de terra, mas, quando se consideram as outras diferenças entre elas, as estradas de terra têm menor risco que as rodovias de asfalto, possivelmente porque a velocidade é menor.

Problema e finalidades

Tráfego, condições atmosféricas e condições naturais submetem os pavimentos ao desgaste. Trilhas de roda, trincas, sulcos e desnivelamento no pavimento podem levar a uma direção perigosa, reduzir a fluidez e causar danos no veículo. A água acumulada nas trilhas de roda do pavimento aumenta o perigo por causa da aquaplanagem. Trilhas e sulcos no pavimento podem dificultar um curso estável em um veículo motorizado. Grandes buracos no pavimento podem danificar o veículo e causar a perda de controle sobre o veículo. De acordo com os relatórios dos grupos de análise de acidentes da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, buracos e outros defeitos no pavimento têm sido um fator contribuinte em cerca de 5% dos acidentes fatais na Noruega de 2008 a 2012, e os estudos de Khalili e Pakgohar (2013) apresentam um aumento no risco de acidentes de 43% (intervalo de confiança de 95% [+16; +77]).

O tempo de vida esperado para as camadas de asfalto na Noruega é de 5 a 16 anos, dependendo do tipo de asfalto e do volume de tráfego. Entretanto, os pavimentos nem sempre são substituídos após a

expiração do tempo de vida útil e os danos que não são reparados geralmente levam a um aumento nos acidentes (Statens vegvesen, 2011). As vias norueguesas têm uma defasagem de tempo significativa em relação a renovação e melhorias dos pavimentos, defasagem esta que tem aumentado nos últimos anos. Em 2003, a defasagem na renovação do asfalto da rede viária (rodovias principais e secundárias, que equivalem a 27.400 km) gerou um custo de NOK 1,85 bilhão ou, em média, NOK 68 por metro de via (de NOK 20 a 60 por metro na rodovia principal e de NOK 40 a 120 por metro nas rodovias secundárias, Bjørvik, 2006). Nas rodovias estaduais a defasagem em 2003 foi de NOK 7,9 bilhões ou NOK 292 por metro. Em 2010, a defasagem na malha viária (10.500 km) foi de NOK 5 a 8 bilhões ou NOK 481 e NOK 769 por metro (Lofthaug, 2011). Os números valem apenas para atrasos relacionados a renovação e melhorias da fundação da pista e dos pavimentos. Em 2010 essas defasagens representavam cerca de 20% de todo o investimento de manutenção e também incluem atrasos ligados à manutenção de túneis, equipamentos da via, pontes, instalações de esgoto e de drenagem.

As manutenções dos pavimentos adiarão ou limitarão o desenvolvimento de danos no pavimento, preservando, assim, as funções da via, como fluidez, segurança, conforto de condução, aderência e capacidade de suportar cargas (Statens vegvesen, 2011).

Descrição da medida

As manutenções dos pavimentos compreendem tanto manutenções preventivas, como, por exemplo, por meio de selagem, remendagem, manutenção da superfície ou fresagem e renovação de todo o pavimento (recapeamento). A renovação do pavimento pode ocorrer com ou sem a manutenção de sua base estrutural.

As manutenções dos pavimentos nas rodovias nacionais da Noruega são realizadas quando o pavimento atinge um ou mais critérios do padrão de ma-

nutrição da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, (Handbook 111, 2012). A pavimentação deverá seguir os seguintes critérios:

- **O desnivelamento transversal** deve ser de no máximo 25 mm em vias com VDMA (Volume Diário Médio Anual) abaixo de 5.000 veículos e de no máximo 20 mm em vias com VDMA acima de 5.000 veículos em pelo menos 90% do trecho; nenhuma parte do pavimento deve ter profundidade de maneira transversal superior a 40 mm.
- **O desnivelamento nas bordas** da pista não deve exceder os valores limites entre 3,5 e 7 mm por metro (dependendo do tipo de via e do VDMA) em 90% do projeto e nenhuma parte do trecho deve exceder 3 mm da exigência.
- **O coeficiente de atrito**, medido à velocidade de 60 km/h em pavimento molhado, deve ser maior que 0,4 em vias com limite de velocidade de até 80 km/h e de 0,5 em vias com limite de velocidade ainda maior.
- **As trincas** não devem ser superiores a 10 mm.
- **A declividade da via** não deve ocorrer em mais que 30% da superfície.
- **A inclinação da via** deverá ser suficiente para o escoamento da água.
- **Os buracos** não devem ter um diâmetro superior a 10 cm (3 cm na ciclofaixa).
- **A diferença de altura** entre o pavimento em cada lado das margens longitudinais e transversais não deverá ser menor que 10 mm e isso também vale para a diferença de altura em poços, grades e bueiros (desvio de nível).
- **A espessura da camada resistente** deverá ser acima de 15 mm.

Este capítulo descreve principalmente os efeitos da renovação do pavimento, isto é, o recapeamento. Também descreve os efeitos da idade do pavimento e dos tipos de camadas (asfalto, concreto, cascalho, pavimento mais claro). A relação entre desnivela-

mento, profundidade da trinca e atrito e a construção do asfalto poroso estão descritas nos capítulos 2.2 e 2.3.

Impacto sobre os acidentes

O efeito do recapeamento no número de acidentes foi pesquisado por:

Miller & Johnson, 1973 (Grã-Bretanha);
Al-Masaeid, Sinha & Kuczek, 1993 (EUA);
Hauer, Terry & Griffith, 1994 (EUA);
Leden & Hämäläinen, 1994 (Finlândia);
Leden, Hämäläinen & Manninen, 1998 (Finlândia);
Geedipally, 2005 (Suécia);
Velin & Öberg, 2002 (Suécia);
Abdel-Atym.fl., 2009 (EUA), e
Pardillo Mayora & Pina, 2008 (Espanha).

Os resultados dizem respeito ao recapeamento, independente da razão pela qual o pavimento foi renovado. Não é considerada a forma como o recapeamento é executado ou se foram realizadas medidas quanto à camada estrutural da via. O recapeamento é em todos os estudos a melhor medida, quer dizer, não são realizadas grandes modificações na geometria da via, no perfil de ambos os lados, etc. A melhor avaliação do resultado em acidentes é demonstrada na tabela 2.1.1.

O recapeamento da via não ocasiona mudanças estatisticamente significativas no número de acidentes. Todos os resultados são baseados em estudos anteriores e posteriores. A maioria não verificou os efeitos de regressão, mas os resultados não são diferentes entre os estudos com e sem a verificação nos efeitos de regressão. A maioria dos estudos não distingue entre pavimento seco e molhado. Os resultados relacionados aos acidentes em pavimentos secos e molhados indicam que o número de acidentes di-

TABELA 2.1.1: RESULTADOS DO RECAPEAMENTO NO NÚMERO DE ACIDENTES. MODIFICAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES

Grau de seriedade do acidente	Modificação porcentual do número de acidentes		
	Tipo de acidente ocorrido	Melhor avaliação	Intervalo de Confiança
Acidentes com vítima	Todos os acidentes	-3	(-11; +6)
Grau de dano não especificado	Todos os acidentes	+2	(-2; +6)
Acidentes com vítima	Acidentes em pavimento seco	-7	(-24; +14)
Acidentes com vítima	Acidentes em pavimento molhado	-4	(-30; +32)
Grau de dano não especificado	Acidentes com derrapagem em pavimento seco	-37	(-64; +11)
Grau de dano não especificado	Acidentes com derrapagem em pavimento molhado	-32	(-62; +20)

minuí após o recapeamento, mas os resultados não são estatisticamente significativos e as diferenças entre pavimentos secos e molhados não são significativas. Foram encontradas grandes reduções apenas em acidentes com derrapagem após o recapeamento, mas esses resultados também não são estatisticamente significativos (e são baseados em apenas uma pesquisa antiga: Miller & Johnson, 1973).

Os resultados não indicam se o efeito muda com o decorrer do tempo após o recapeamento, ou que o efeito é diferente entre os trechos em reta ou trechos curvas (não demonstrado na tabela 2.1.1). Algumas pesquisas não inclusas nos resultados da tabela 2.1.1 descobriram, no entanto, que o risco de acidentes aumenta imediatamente após o recapeamento e diminui a longo prazo (Hauer, Terry & Griffith, 1994; Harwood et al., 2003).

Vida útil do pavimento e índice para o padrão da via: um estudo antigo sobre vida útil dos pavimentos não descobriu nenhuma diferença no número de acidentes entre pavimento antigo e pavimento novo nos países nórdicos (Leden & Salusjärvi, 1989). Schanderson (1981, 1989) pesquisou a relação entre o risco de acidentes e um índice da condição do pavimento, formado, entre outras coisas, por profundidade das trincas, nivelamento e sulcos, tanto a relação entre o risco de acidente e o tempo de vida útil do pavimento quanto às modificações no número de acidentes com o recapeamento da pista. Os resultados indicam que pistas em condições melhores têm 4% a menos de acidentes com vítimas (intervalo de confiança de 95% [-13; +7]) e 6% a mais de acidentes com danos materiais [-2; +14], mas nenhum desses resultados é estatisticamente significativo.

Camada de concreto x camada de asfalto: as camadas de asfalto drenam melhor a água do pavimento do que camadas de concreto, algo que pode levar a um menor risco de acidentes em camadas de asfalto do que em camadas de concreto. Strathman et al. (2001) indicam que as rodovias com camadas de concreto têm significativamente maior risco de acidentes do que as rodovias com camadas de asfalto, quando controlado por uma sequência de outros fatores (entre eles, características no perfil das laterais da pista e traçados. Por outro lado, em outras vias não foram encontradas diferenças no risco de acidentes entre concreto e asfalto).

Pavimentos mais claros: o asfalto recém-acabado com materiais de arrematação comuns é muito

escuro. Com a utilização de tipos de pedras mais claras, o pavimento pode ficar mais claro, algo que aumenta a extensão da visibilidade no escuro em 10 a 20% (Thurmann-Moe & Dørum, 1980). Em contrapartida, a sinalização da via parece ser mais bem visualizada quando em pavimentos escuros. De acordo com Amundsen (1983), seja o pavimento claro ou escuro, não há nenhuma relação significativa com relação ao número de acidentes, com ou sem luminosidade (no ambiente escuro ou no claro). No geral, foi encontrado 1% a mais de acidentes com vítimas em vias com os pavimentos mais claros (intervalo de confiança de 95% [-11; +15]).

Asfaltamento em estradas de terra: pistas de terra têm muito menos aderência do que vias asfaltadas, exceto se a pista estiver seca ou molhada (Mackenzie & Anderson, 2009). Há também muitas outras diferenças entre estradas de terra e vias asfaltadas, como, por exemplo, as estradas de terra são sempre mais estreitas e têm piores traçados e condição de visibilidade do que as vias asfaltadas. Se essas diferenças não forem consideradas, as estradas de terra têm 40% mais risco de acidentes com vítimas do que as vias com camadas asfaltadas, 20% mais riscos de acidentes com vítimas do que as vias com camadas de macadame (Carlsson & Öberg, 1977) e 95% mais risco de acidentes fatais (Mao et al., 1997). Se forem consideradas essas diferenças entre estradas de terra e vias asfaltadas, Mao et al. (1997) indica que as camadas de terra têm 50% menos risco de acidentes fatais (intervalo de confiança de 95% [-63; -22]) e 17% menos risco de acidentes com vítimas [-22; -11]. Um estudo da Lituânia indica que o risco de acidentes geralmente aumenta após o asfaltamento das vias de terra.

Impacto na mobilidade

O recapeamento tem efeito na velocidade do veículo, mas há grande variação entre diferentes pavimentos. Via de regra, a velocidade aumenta sempre de 2 a 5 km/h, mas também foi encontrado grande aumento de velocidade, de até 10 km/h, e redução de velocidade de até 6 km/h (Anund, 1992; Cleveland, 1987; Cooper et al., 1980; Harwood et al., 2003; Karan et al., 1976; Leden et al., 1998).

Geralmente, o asfaltamento de estradas de terra leva a um aumento da velocidade. Estudos antigos descobriram aumento de velocidade de até 5 km/h (Arnberg, 1976; Carlsson & Öberg, 1977; Carlsson, 1978; Kolsrud & Nilsson, 1983). Dissanayake e Liu

(2010) mostraram que a velocidade em estradas de terra depende das características da via, mas que o limite de velocidade não tem relação com a velocidade média.

Os pavimentos mais claros provaram elevar a velocidade média em 1,4 km/h (Amundsen, 1983). O aumento da velocidade era maior em trechos sem iluminação e em pavimento molhado (3-4 km/h).

Impacto no meio ambiente

A poeira das estradas de terra pode incomodar os condutores e pessoas que estão próximas a ela. A aplicação de sal para reduzir a poeira pode ter efeitos negativos no meio ambiente (Statens vegvesens, 2008) Com o asfalto, o problema da poeira é resolvido. Por outro lado, o pneu de neve arranca partículas do asfalto. Não foram encontradas pesquisas que demonstrem os efeitos do recapeamento de vias com relação às condições do meio ambiente.

Custos

Os custos para o asfaltamento variam com relação ao tipo de asfalto escolhido, quais partes do pavimento devem ser renovadas e quais medidas devem ser realizadas. Para a realização do cálculo dos custos totais, é necessário também considerar o tempo de vida do pavimento. Isto está descrito mais detalhadamente na Statens vegvesens (2013).

De acordo com Amundsen (1983), os pavimentos mais claros custam cerca de 10% mais que os comuns. Além disso, os pavimentos mais claros são menos duradouros que os comuns e, por isso, devem ser sempre renovados.

Avaliações de custo-benefício

O recapeamento não demonstrou ter efeito confiável estatisticamente sobre o número de acidentes e, por isso, não foi realizada nenhuma análise do custo e do benefício. Até que ponto o recapeamento é proveitoso de maneira socioeconômica depende da condição entre os custos das manutenções (que aumentam com a idade do pavimento), as desvantagens que pavimentos antigos acarretam aos condutores (tempo de viagem aumentado, desgaste no veículo, incômodo) e os custos para o recapeamento.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para recapeamento é tomada, via de regra, pelas autoridades de trânsito com base nos registros da condição do pavimento (trilhas de roda, desnivelamento, aderência, fendas, buracos, etc.). Os relatórios dos responsáveis pelo recapeamento da via ou de condutores sobre danos no pavimento também podem desencadear na medida. O asfaltamento de estradas de terra é realizado sempre junto com outros reparos, como um elemento em uma renovação mais ampla do padrão da via.

Requisitos e procedimentos formais

O padrão de manutenção da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega impõe exigências para o pavimento das rodovias nacionais (Statens vegvesen, 2012, Håndbok111). Essas exigências também podem ser válidas para as rodovias estaduais, se as autoridades estaduais assim aprovarem. Com relação às vias municipais, o município pode elaborar o próprio padrão de manutenção para os pavimentos.

A cada ano é elaborado um plano para cada via a ser recapeada, e a verba para a realização das obras é reservada no orçamento. Como base para a elaboração do plano, normalmente são necessárias informações sobre a condição da superfície da via (trilhas de rodas, desnivelamento, fendas, buracos e outros danos), o volume de tráfego e a importância da via. As obras de recapeamento são efetuadas por empreiteiras particulares. Um contrato estabelecido com a empreiteira determina a pista a ser recapeada, o tipo de asfalto a ser utilizado, o prazo para entrega da obra e o montante do contrato. O asfaltamento da estrada será notificado em conformidade com as diretrizes de notificação da obra da via (consulte o capítulo 2.8).

Responsabilidade pela realização da medida

A concessionária da via é responsável pela execução do recapeamento. O Estado é responsável pelos custos da rodovia nacional; o governo estadual, pela via estadual, e o município, pela via municipal.

2.2 MELHORIA DAS VIAS, CORREÇÃO DE IRREGULARIDADES E AFUNDAMENTO DA PISTA

O capítulo foi revisado em 2008 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

Buracos e outras irregularidades no pavimento são perigosos, pois podem levar à perda de controle do condutor sobre o veículo. As irregularidades no pavimento aumentam o desgaste do veículo e podem danificá-lo.

É desconhecida qual é a relevância das irregularidades no pavimento como fator de risco nos acidentes de trânsito na Noruega. Em 1988, o fator “buraco na pista” foi indicado por 10 acidentes de trânsito notificados para a polícia, no total de 8.167 acidentes com vítimas notificados no ano (Statistisk sentralbyrå, 1989). Isso significa 0,1% dos acidentes. As irregularidades no pavimento podem contribuir para a ocorrência de acidentes de trânsito, mesmo que o fator, visto de maneira isolada, não seja decisivo para o acidente.

A melhoria das condições do pavimento da via removerá irregularidades perigosas, de modo a reduzir a probabilidade de perda de controle sobre o veículo. Outro objetivo da medida é reduzir o desgaste do veículo e dos pneus, como também aumentar a fluidez e o conforto.

Descrição da medida

A irregularidade do pavimento é entendida como uma megatextura, isto é, quando há variações na superfície entre 50 e 500 mm (Cairney & Styles, 2005). A megatextura reflete em que grau a água é drenada da via. A baixa megatextura reduz o desgaste no sistema de amortecedores do veículo. Um desnivelamento elevado (buracos, fendas) na via causa a redução da estabilidade do veículo e aumenta a distância de frenagem. O índice mais comum para megatextura é o IRI (*International Roughness Index*).

Pequenas irregularidades no pavimento da pista (entre 0,5 e 50 mm) são conhecidas como microtextura e irregularidades abaixo de 0,5, como microtextura. O efeito da micro e macroestrutura em acidentes é descrito no capítulo 2.3.

O desgaste na pista em trechos de retas longas leva a uma formação de sulcos. A água se concentra nesses sulcos e, com isso, compromete a estabilidade lateral do veículo e a dirigibilidade.

A melhoria na irregularidade da via consiste em tampar buracos, fendas, corrigir danos após congelamento do solo e outras medidas que têm relação com a irregularidade anormal do pavimento. Estas medidas reduzem a megatextura da via, mas não levam a uma melhor aderência. Melhorias no pavimento, que geralmente levam a uma melhor uniformidade do pavimento, são tratadas no capítulo 2.1. Os critérios para a melhoria nas irregularidades do pavimento estão indicados no padrão de manutenções da Agência Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesens, Håndbok111, 2003):

- O afundamento da pista não deverá estar acima de 16,5 mm em pelo menos 90% da rede viária principal com Volume Diário Médio Anual (VDMA) acima de 5.000 veículos. Em outras vias, o afundamento da pista não deve estar acima de 17 e 18,5 mm em pelo menos 90% da rede viária, dependendo do tipo de via e do VDMA.
- O IRI (índice para o desnivelamento, megatextura) não deve estar acima de 2,5 em pelo menos 90% da rede viária principal, com Volume Diário Médio Anual (VDMA) acima de 5.000 veículos. Em outras vias, o IRI não deve estar acima de 3 a 6 em pelo menos 90% da rede viária, dependendo do tipo de via e do VDMA.
- O coeficiente de atrito (microtextura) não deve estar abaixo de 0,40 (medido em pista molhada à velocidade de 60 km/h).
- As trincas não devem ter mais do que 20 mm de largura. Aquelas que tiverem mais do que 4 m de extensão não deverão ter mais do que 10 mm de largura.
- A declividade da pista deverá ser suficiente para a drenagem da água (o efeito da declividade da pista em acidentes está descrito no capítulo 1.11).
- Não deve haver buracos na via ou no meio-fio, pois podem trazer risco ao tráfego.
- O desnível entre a pista e o acostamento não deve ser maior que 10 mm. Desníveis superiores a 15 mm são considerados perigosos para o tráfego.
- A diferença de nível na pista (de maneira longitudinal ou transversal, com exceção da formação de trilhas no pavimento) não deve ultrapassar os valores marginais entre 20 e 50 mm, dependendo da época do ano, do tipo de via e da direção (longitudinal ou transversal).

- O congelamento do solo não deve ser perigoso para o tráfego.
- A diferença de altura entre o meio-fio e o pavimento não deve ser superior a 3 cm.

Impacto sobre os acidentes

Foi descoberta uma série de pesquisas que investigaram a relação entre acidentes, irregularidades do pavimento (megatextura) e afundamento da pista. Esses resultados não podem ser compreendidos como efeitos da medida específica. Algumas pesquisas investigaram o efeito da reforma do desnivelamento da via, isto é, remendo do asfalto, preenchimento de buracos.

Uniformidade do pavimento (megatextura)

A relação entre a uniformidade do pavimento com os acidentes foi investigada em vários estudos de diversos países. Uma vez que não é possível avaliar um efeito em conjunto (entre outras coisas porque o índice de nivelamento e os tipos de acidentes são diferentes entre as pesquisas e porque não há informações suficientes sobre a margem de variação do desnivelamento de todas as pesquisas), é fornecida uma breve visão sobre os resultados na tabela 2.2.1.

Os resultados divergem muito. Algumas pesquisas descobriram um número elevado de acidentes em vias desniveladas, outras descobriram menos aci-

dentos ou nenhum efeito. Não parece haver diferenças sistemáticas entre os resultados em dependência de qual grau são determinados por outros fatores.

Uma possível explicação sobre os resultados inconsistentes é que a relação entre IRI e acidentes é diferente em pistas de qualidade superior e inferior. Cenek e Davies (2004) mostraram que um desnivelamento em excesso causa menos acidentes quando o IRI é inferior a 2, mas causa mais acidentes quando é superior a 2.

Um resultado consistente é que todas as pesquisas que indicaram resultados para os acidentes com um único veículo ou com mais veículos envolvidos descobriram um maior número de acidentes em vias mais desniveladas. Al-Masaeid (1997) explica que isso se deve a um maior número de correções de direção e frenagem brusca para evitar o choque com buracos ou outros defeitos no pavimento.

Uma possível explicação sobre a menor ocorrência de acidentes em vias com pavimento mais irregulares é que a velocidade é menor em vias de qualidade inferior (Al-Masaeid, 1997; Christensen e Ragnøy, 2006; Oxley et al., 2004).

Os resultados das pesquisas norueguesas e suecas são opostos. Na Noruega, foi descoberto que um IRI elevado leva a uma redução do número de acidentes. Quando o IRI é reduzido de 4 para 2, o número de acidentes aumenta em 7%; quando o IRI é reduzido de 8 para 2, o número de acidentes au-

TABELA 2.2.1: PESQUISAS SOBRE A RELAÇÃO ENTRE A IRREGULARIDADE DO PAVIMENTO E O NÚMERO DE ACIDENTES.

Pesquisa	Tipo de acidente	Efeito nos acidentes	Comentários
Al-Masaeid 1997 (Jordan; IRI)	Acidente com um único veículo	Diminuem	Controlado por outros fatores; padrão de via ruim
	Acidente com vários veículos envolvidos	Aumentam	
Cenek e Davies, 2004 (Nova Zelândia; IRI)	Todos	Diminuem (IRI < 2); Aumentam (IRI > 2)	Controlado por mais fatores
Christensen e Ragnøy, 2006 (Noruega; IRI)	Todos	Diminuem	Controlado por outros fatores
	Custos dos acidentes	Nenhum efeito	
DeSilva, 2001	Custos dos acidentes	Nenhum efeito	Não é controlado por outros fatores
Gothie, 2001 (França; IRI)	Todos	Aumentam	Parcialmente controlado por outros fatores
	Com um único veículo, Colisão frontal	Aumentam	
Ihs, Velin e Wiklund, 2002 (Suécia)	Outros	Indefinido	bom padrão de via (IRI < 5,1mm em 95% das vias)
	Todos	Diminuem	
Nelson English, 1988 (Austrália; índice de desnivelamento)	Todos	Diminuem	Não controlado por outros fatores
Souleyrette et al., 2001 (EUA; IRI)	Colisão frontal	Diminuem	Controlado por outros fatores

menta em 23%. Na Suécia foram encontrados mais acidentes em pistas mais desniveladas. De acordo com Christensen e Ragnøy, uma possível explicação para os resultados opostos é que o padrão da pista na Suécia é geralmente bom (compare o resultado de Cenek e Davis, 2004) e que a pesquisa norueguesa foi determinada por outros fatores (como, por exemplo, limite de velocidade, VDMA).

Afundamento da pista

A relação entre o afundamento da pista e os acidentes foi investigada em vários estudos de diversos países. Os resultados estão demonstrados na tabela 2.2.2.

Nas pesquisas norueguesas e norte-americanas, ocorreram mais acidentes nas pistas com trilhas de roda mais profundas. O maior aumento no número de acidentes na pesquisa norte-americana ocorreu em vias com afundamento da pista superior a 7,6 mm.

Na pesquisa norueguesa, o número de acidentes diminuiu em 5% quando o afundamento da pista foi reduzido de 10 para 0, e o número de acidentes diminuiu em aproximadamente 15% quando o afundamento da pista foi reduzido de 30 para 0. O resultado vale para todos os tipos de acidente envolvidos na análise (com exceção dos acidentes com animais e em cruzamento). O efeito é maior em colisões frontais e em saídas de pista.

Tanto na pesquisa norueguesa quanto na norte-americana, o número de acidentes não varia linearmente com relação ao afundamento da pista. Isso se explica por adaptações de comportamento, que, em trilhas de roda de profundidade intermediária, levam a um risco menor de acidentes do que nas trilhas com menor afundamento da pista (sem adaptação de comportamento) ou trilhas muito profundas (Christensen e Ragnøy, 2006).

Na pesquisa sueca, não foram encontradas relações evidentes quando todos os acidentes são analisados juntos.

Não é possível avaliar um efeito em conjunto, mas os resultados indicam uma tendência de que o aumento no afundamento da pista leva a mais acidentes. Não há uma relação sistemática entre os resultados e em qual grau as pesquisas foram verificadas por outras características da pista. Os resultados noruegueses, entretanto, indicam que o efeito do afundamento da pista em acidentes é dependente de uma série de outros fatores, entre eles a irregularidade do pavimento (consulte trechos anteriores e seguintes).

Uniformidade do pavimento e afundamento da pista

Na pesquisa norueguesa da relação entre o estado do pavimento e a segurança viária (Christensen e Ragnøy, 2006), foi avaliado como o número de acidentes é modificado em uma via ao longo do tempo, quando aumentam o afundamento da pista e o IRI. Presume-se que um aumento médio do IRI e do afundamento da pista leva a um aumento no número de acidentes em 2,3% após 10 anos e de 4,8% após 20 anos. Espera-se que a redução tanto do IRI quanto do afundamento da pista sem outras medidas (quer dizer, recapeamento sem outras medidas para melhorias) possam reduzir o número de acidentes em 2,2% após 10 anos e em 4,6% após 20 anos. O recapeamento, contudo, também melhora a aderência da pista, de maneira que o efeito da melhoria da aderência também deve ser considerado em tal análise.

O efeito nos acidentes ao melhorar tanto as irregularidades quanto as trilhas de roda no pavimento foi pesquisado por Al-Masaeid, Sinha e Kuczek (1993). Foi descoberto um aumento do número de acidentes em 8%, que não é confiável estatisticamente. Uma explicação possível, de acordo com Al-Masaeid, é que a velocidade aumentou e a aderência não foi melhorada após tais medidas.

TABELA 2.2.2: PESQUISAS SOBRE A RELAÇÃO ENTRE O AFUNDAMENTO DA PISTA E O NÚMERO DE ACIDENTES.

Pesquisa	Afundamento da pista	Efeito do afundamento da pista nos acidentes	Comentários
Start, Kim e Berg, 1996 (EUA)	entre 1,3 e 10 mm x acima de 10mm	Aumenta (cerca de 16% por aumento de 2,5mm)	Não determinado por outros fatores
Christensen e Ragnøy, 2006 (Noruega)	entre 0 e 25 mm x acima de 25mm	Aumenta (cerca de 5% por aumento de 5 – 10mm)	Determinado por uma série de outros fatores
Ihs, Velin e Wiklund, 2002 (Suécia)	entre 0 e 18 mm x acima de 18mm	Nenhuma relação evidente: mais acidentes no inverno e menos no verão	Parcialmente determinado por outros fatores

TABELA 2.2.3: ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO PARA A MELHORIA DAS IRREGULARIDADES DO PAVIMENTO E DE TRILHAS DE RODA.

Volume de tráfego (VDMA)	Custos por km (milhões de coroas)	Custos poupados em todo o período do projeto (2 anos) (milhões de coroas)			
		Custos do acidente	Custos de tempo	Custos do veículo	Condição do custo-benefício
500	0,13	0,00	0,03	0,02	0,40
2.000	0,17	0,00	0,12	0,09	1,23
7.000	0,25	0,00	0,43	0,30	2,92
12.000	0,32	0,00	0,74	0,51	3,91
25.000	0,44	0,00	1,54	1,07	5,93
40.000	0,44	0,00	2,46	1,71	9,49

Impacto na mobilidade

Está documentado que as irregularidades do pavimento levam a uma diminuição da velocidade (Anund, 1992; Karan, Haas & Kher, 1976). A variação da velocidade depende, entre outras coisas, do volume de tráfego e de quão irregular está o pavimento. Esta variação pode ser de até 10 km/h aproximadamente.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas que demonstram como a melhoria das irregularidades do pavimento influencia as condições do meio ambiente. Buracos na pista e formação de sulcos criam poças d'água que podem levar a frequentes jorros de lama. Isso pode ser um problema tanto para o condutor do veículo quanto para os pedestres, como também para os ciclistas. A irregularidade na pista pode aumentar os ruídos, por exemplo, do veículo, que passa sobre um buraco, ou também por causa da frenagem brusca e das acelerações que o veículo realiza para tentar evitar o choque com o buraco na pista.

Custos

Os custos para a melhoria da irregularidade do pavimento e de trilhas de roda dependem, entre outras coisas, de quão danificado está o pavimento que deve ser melhorado, de quão abrangente deve ser a obra e de qual a extensão do trecho que precisa ser melhorado. Numa hipótese simples, os custos para reformas pontuais totalizam 10% dos custos para o recapeamento com o preço do metro quadrado a NOK 200 (veja o capítulo 2.1).

Avaliações de custo-benefício

Não foi encontrada nenhuma análise de custo-benefício para a melhoria da irregularidade do pavimento e de trilhas de roda. Para demonstrar os possíveis efeitos da medida, é realizada uma previsão de custos.

Como base para as previsões de custo, são criadas as mesmas hipóteses que a renovação geral do pavimento. Consulte o capítulo 2.1, com exceção de dois pontos. Em primeiro lugar, não são previstos efeitos no número de acidentes. Em segundo lugar, é previsto que o custo da medida é de 10% do custo para a renovação comum do pavimento e que o tempo de vida útil é de dois anos. A previsão de custos mostra que o benefício com a reforma da camada do asfalto é vantajoso em vias com um VDMA de no mínimo 2.000 veículos. Se a durabilidade for de apenas um ano, a reforma será vantajosa, caso haja um volume de tráfego de no mínimo 7.000 veículos. Por conta disso, é vantajoso socioeconomicamente manter um alto padrão no pavimento, mesmo que isso não contribua para a melhoria da segurança da via.

Responsabilidade e procedimentos formais

Veja capítulo 2.1.

2.3 MELHORIA DA SUPERFÍCIE DAS VIAS, ATRITO E ASFALTO POROSO

O capítulo foi revisado em 2008 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Uma boa aderência é um pressuposto básico para um deslocamento seguro de veículos. A aderência ou

atrito influencia tanto na direção do veículo quanto na distância de frenagem. O atrito oferece resistência ao deslizamento entre duas superfícies que se tocam. O atrito depende da microtextura e da macrotextura do pavimento da via. A microtextura representa variações na superfície do pavimento da via abaixo de 0,5 mm. Ela é responsável pela adesão entre o pavimento da via, o pneu do veículo e a distância de frenagem em velocidades baixas. A macrotextura representa variações entre 0,5 e 50 mm e causa tanto deformação do pneu em contato com o pavimento da via, quanto influencia no escorrimento da água entre o pneu e o pavimento da via, como a drenagem da água, por exemplo, e na formação de sulcos e, com isso, no risco de aquaplanagem.

A baixa macrotextura e a microtextura reduzem o atrito e causam um aumento no tempo de frenagem. A baixa macrotextura também diminui o ruído e o desgaste do pneu. A macro e a microtextura têm um baixo índice de dependência entre si, isto é, um trecho com baixa macroestrutura não tem necessariamente baixa microtextura.

As variações na superfície da via acima de 50 mm são chamadas de megatextura (desnivelamento). O efeito da macro e megatextura em acidentes está descrito no capítulo sobre o nivelamento da superfície da via (capítulo 2.1).

O atrito é medido com um coeficiente que varia entre 0 e 1. Se o coeficiente de atrito diminuir de 0,5 para 0,3, a distância de parada para um veículo se deslocando na velocidade de 80 km/h será aumentada de 73 para 106 metros (Ragnøy, 1986). Prevê-se que o tempo de reação do condutor é de 1 segundo. Os valores comuns para o atrito na superfície da via são 0,7 a 0,9 em pavimento seco; 0,4 a 0,7 em pavimento molhado e 0,1 a 0,4 em pavimento coberto de neve ou gelo. O aumento do atrito (com o recapeamento, por exemplo) leva a uma diminuição da distância de frenagem. O aumento do atrito de 0,4 para 0,6 equivale a uma redução da velocidade de 40 para 33 km/h ou de 60 para 49 km/h (Cairney & Styles, 2005).

O coeficiente de atrito pode ser medido por meio da relação entre diferentes tipos de equipamentos de medida e diferentes velocidades. Geralmente há muitas fontes errôneas relacionadas às medidas de atrito, e medidas de atrito de outros países ou pesquisas divergentes, que não podem ser comparadas. Os valores-limite para uma aderência aceitável em uma velocidade abaixo de 80 km/h costumam ser de 0,3 a 0,4 aproximadamente. Em velocidades mais

elevadas, os valores-limite são maiores: 0,6 na Finlândia, por exemplo (Noyce et al., 2005).

Em pavimento seco, o atrito tem pouca relação com a velocidade (Brudal, 1961; Ivey, Keese, Neill & Brenner, 1971; Thurmann-Moe, 1976; Hegmon, 1987). Em pavimento molhado, por outro lado, o atrito diminuiu com o aumento da velocidade.

Pesquisas demonstram que os condutores não ajustam a velocidade o suficiente para compensar a diferença na aderência entre o pavimento seco e o pavimento molhado (Cleveland, 1987; Wallman & Åström, 2001; Noyce et al., 2005). De acordo com pesquisas suecas e finlandesas, os condutores ajustam a velocidade mais pela impressão visual que têm das condições na direção do que pelas condições reais de aderência. Há pouca relação entre como os condutores sentem a aderência e de como ela realmente é. Por causa disso, há pouca relação entre atrito e velocidade (Wallman & Åström, 2001).

O risco de acidente, portanto, é maior em superfícies molhadas do que em superfícies secas (Satterthwaite, 1976; Ivey, Griffin, Newton & Lytton, 1981; Brodsky & Hakkert, 1988; Ragnøy, 1989). Se o risco de acidentes com vítimas em superfícies secas é definido como 1,0, o risco em superfícies molhadas é estimado em cerca de 1,2 durante o dia e 1,4 durante a noite, visto que os condutores têm um tempo de reação mais lento. O aumento no risco com superfícies molhadas cresce com o nível de pluviosidade, especialmente em pavimentos antigos (Schandersson, 1989).

Em pavimentos secos, o atrito é geralmente melhor no inverno do que no verão. Isso se deve à diferença de temperatura. Em altas temperaturas, o asfalto fica mais fluido e se mistura mais facilmente com os agregados. Isso faz com que a camada de rolamento fique mais lisa e o atrito diminua. Além disso, após longos períodos de seca no verão, nos primeiros instantes de chuva, o pavimento pode ficar liso. A poeira e rastros de óleo, por exemplo, e outros produtos contribuem para deixar os agregados do pavimento lisos.

Na Noruega, o pavimento da via normalmente tem ótima aderência, por causa do atrito do pneu de neve, das condições da temperatura e da utilização de tipos de agregados maiores no pavimento da via, diferente de alguns outros países, como a Grã-Bretanha e os EUA. Mas também na Noruega, como já mencionado, o risco de acidentes em pavimentos

molhados é mais elevado. Nos invernos, as condições de dirigibilidade contribuem para uma redução significativa da aderência. A melhoria na aderência das vias tem como objetivo garantir atrito suficiente para a realização de manobras seguras e frenagem sob todas as condições de dirigibilidade e climáticas e em condições de tráfego comuns.

Descrição da medida

A melhoria na aderência das vias pode ser obtida de várias maneiras. A mais comum é colocar por cima da camada antiga uma nova camada com aderência extra ou uma boa capacidade de drenagem. Estes pavimentos são chamados de **pavimentos de alta aderência**. Este tipo de asfalto é o asfalto poroso (*porous asphalt*). O asfalto poroso é utilizado mais em rodovias e tem como principal objetivo a redução do ruído e o aumento no desempenho da rodovia em climas chuvosos.

O asfalto poroso tem uma composição de agregados diferente da do asfalto comum. Ele consiste apenas em agregados relativamente maiores. Entre eles, forma-se uma câmara de ar que drena a água e contribui para a diminuição do ruído. O asfalto poroso tem uma textura “invertida”, mas uma superfície relativamente uniforme e pequenas cavidades (pequenos vazios). Asfaltos porosos recém-acabados tem um volume de “vazios” de cerca de 20%. Para manter a capacidade de drenagem da água da superfície do pavimento, é importante que as câmaras de ar não sejam obstruídas novamente. A limpeza frequente do pavimento pode contribuir para que elas não sejam obstruídas. Na Noruega, o asfalto poroso tem sido pouco utilizado, principalmente porque esse tipo de pavimento tem se demonstrado pouco resistente ao atrito dos pneus de neve. Novas técnicas para o recapeamento com asfalto poroso desenvolvidas nos últimos anos deixaram o asfalto poroso mais resistente ao atrito. Ele é, contudo, ainda menos resistente ao atrito que o pavimento impermeável.

Os longos invernos noruegueses também causam problemas no asfalto poroso, pois sua capacidade de condução de calor é inferior à do pavimento impermeável. Isso causa o congelamento mais rápido do asfalto poroso que o do pavimento impermeável. A aplicação de sal pode neutralizar o congelamento rápido, mas deve-se aumentar significativamente a quantidade de sal em comparação à aplicação de sal nos pavimentos impermeáveis, porque uma parcela do sal é desperdiçada nas câmaras de ar do asfalto poroso.

O atrito no pavimento também pode ser melhorado com medidas de manutenção preventivas, como, por exemplo, selagem, remendagem e tratamento superficial, recapeamento de camadas finas e limpeza com alta pressão de água. Como tratamento da superfície, primeiramente a via é borrifada com o conglomerante e, em seguida, um material de pedras trituradas é espalhado por cima. O tratamento da superfície pode ser utilizado em vias com VDMA de 3.000 veículos. As camadas finas são mais utilizadas em áreas urbanas para o reparo de pequenos danos e na manutenção das camadas de asfalto em que não há a necessidade de um aumento na espessura da camada para fortalecer sua estrutura (Statens vegvesens, Håndbok 018).

A rugosidade é utilizada em pavimentos impermeáveis para melhorar o escoamento da água e para reduzir o “spray” de água dos veículos. A rugosidade do pavimento não é comum na Noruega e tem um tempo de vida limitado porque são desgastados ou preenchidos novamente. Ele também aumenta o ruído.

Impacto sobre os acidentes

Atrito

Há uma série de pesquisas sobre a relação entre o atrito na superfície da via e os acidentes. Os resultados aqui apresentados têm base nas seguintes pesquisas:

Hankins, Morgan, Ashkar e Tutt, 1971 (EUA);
Hatherly e Lamb, 1971 (Grã-Bretanha);
Mahone e Runkle, 1972 (EUA);
Rizenbergs, Burchett e Napier, 1973 (EUA);
Adam e Shah, 1974 (EUA);
Rizenbergs, Burchett e Warren, 1976 (EUA);
Hatherly e Young, 1977 (Grã-Bretanha);
Schulze, Gerbaldi e Chavet, 1977 (França).

Com base nessas pesquisas, o efeito do aumento do atrito é estimado como demonstrado na tabela 2.3.1. Em parte, os resultados das pesquisas são bastante contraditórios.

A melhoria do atrito nas vias reduz o número de acidentes em superfícies molhadas. Quanto pior for o atrito antes da introdução e a extensão da melhoria, maior é a redução. Com relação a acidentes em superfícies secas, os efeitos são mais variáveis e, na maioria dos casos, insignificantes estatisticamente.

Muitas pesquisas mais recentes também descobriram relações entre atrito e risco de acidentes (Cair-

TABELA 2.3.1: EFEITOS EM ACIDENTES EM FUNÇÃO DO AUMENTO DO ATRITO DA SUPERFÍCIE DA VIA. MODIFICAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Grau de severidade do acidente	Modificação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor estimativa	Intervalo de Confiança
Aumento do atrito em 0,05 a partir de um atrito abaixo de 0,50			
Não especificado (todos os acidentes)	Acidentes em superfícies molhadas	-35	(-52, -12)
	Acidentes em superfícies secas	-1	(-18, +20)
	Todos os acidentes nas vias	-10	(-25, +7)
Aumento do atrito em 0,1 a partir de um atrito abaixo de 0,50			
Não especificado (todos os acidentes)	Acidentes em superfícies molhadas	-42	(-61, -14)
	Acidentes em superfícies secas	-10	(-22, +5)
	Todos os acidentes nas vias	-17	(-31, +1)
Aumento do atrito em 0,25 a partir de um atrito abaixo de 0,50			
Não especificado (todos os acidentes)	Acidentes em superfícies molhadas	-56	(-71, -35)
	Acidentes em superfícies secas	-12	(-25, +4)
	Todos os acidentes nas vias	-32	(-40, -22)
Aumento do atrito em 0,10 a partir de um atrito de aproximadamente 0,50 e 0,60			
Não especificado (todos os acidentes)	Acidentes em superfícies molhadas	-40	(-51, -26)
	Acidentes em superfícies secas	-4	(-13, +5)
	Todos os acidentes nas vias	-11	(-21, -1)
Aumento do atrito em 0,10 a partir de um atrito superior a 0,60			
Não especificado (todos os acidentes)	Acidentes em superfícies molhadas	-32	(-53, +1)
	Acidentes em superfícies secas	-26	(-44, -1)
	Todos os acidentes nas vias	-26	(-45, +1)

ney e Styles, 2005, Caliendo et al., 2007, Davies et al., 2005, DeSilva, 2001, Parry e Viner, 2005, Viner et al., 2005). Não é possível resumir os resultados da mesma maneira que os resultados na tabela 2.3.1. As pesquisas demonstram que

- O atrito tem mais efeito nos riscos de acidentes que a macrotextura ou o desnivelamento (mega-textura, IRI);
- O atrito tem mais efeito nos acidentes em pistas com baixa macrotextura;
- O atrito tem mais efeito nos riscos de acidentes em curvas com raio curto do que em curvas com raio mais longo ou trechos retos.

Os resultados destas pesquisas são bastante consistentes, levaram em consideração também uma série de outras propriedades da via e têm relativamente um bom controle metodológico.

Macrotextura

Entre outras coisas, o atrito depende da macrotextura. As seguintes pesquisas compararam o risco de acidentes em superfícies com alta e baixa macrotextura:

Cairney e Styles, 2005 (Austrália);
Davies Cenek e Henderson, 2005 (Nova Zelândia);
Cairney, 2006 (Austrália).

Os resultados estão resumidos na tabela 2.3.2.

O risco de acidentes é menor em pistas com alta macrotextura para a maioria dos tipos de acidente, mas nem todos os resultados são confiáveis estatisticamente. Nas áreas rurais, as rodovias são subdivididas entre as com macrotextura inferior 0,4 e as com macrotextura superior a 0,4; em áreas urbanas, 0,3 é utilizado como valor-limite. O maior efeito foi encontrado sobre acidentes em trechos em reta e cruzamentos fora da área urbana. Os acidentes com vítimas em trechos em reta e acidentes em curvas fora da área urbana não são influenciados pela macrotextura. Acidentes em superfícies molhadas são influenciados em menor grau pela macrotextura do que todos os acidentes juntos.

Esses resultados estão em concordância com os resultados de outras pesquisas não incluídas na tabela 2.3.2. Maiores riscos de acidentes em superfícies com menor aderência também foram descobertos por Gothie (1993), Roe et al. (1991) e Tredrea

TABELA 2.3.2: EFEITO DA ALTA MACROTEXTURA AO INVÉS DA BAIXA MACROTEXTURA NO NÚMERO DE ACIDENTES. MODIFICAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES. FONTE: TØI

Grau de severidade do acidente	Modificação percentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor estimativa	Intervalo de Confiança
Grau com danos não especificado	Acidentes em trecho em reta fora da área urbana	-28	(-37; -18)
Grau com danos não especificado	Acidentes em trecho em reta fora da área urbana em superfície molhada	-16	(-40; +17)
Acidentes com vítimas	Acidentes em trecho em reta fora da área urbana	+2	(-24; +37)
Grau com danos não especificado	Acidentes em cruzamento fora da área urbana	-65	(-75; -50)
Grau com danos não especificado	Acidentes em curvas fora da área urbana	+8	(-22; +51)
Grau com danos não especificado	Acidentes em trecho em reta dentro da área urbana	-22	(-45; +11)
Grau com danos não especificado	Acidentes em trecho em reta dentro da área urbana em superfícies molhada	+15	(-23; +73)

(2001). Maiores riscos de acidentes em cruzamento em vias com baixa macrotextura foram também descobertos por Cairney (2006) e Roe et al. (1991). Maiores riscos de acidentes em superfícies com baixa macrotextura fora da área urbana também foram descobertos por Trendrea (2001). Acidentes em superfícies molhadas não sofrem influência da macrotextura na pesquisa de Cairney (2006). Roe et al. (1991), contudo, descobriram que a relação entre risco de acidentes e macrotextura é diferente entre superfícies secas e molhadas. Roe et al. (1991) também descobriram que não houve nenhuma diferença entre os diferentes tipos de acidente. Cairney (2006) descobriu que não há relação entre a macrotextura e acidentes gravíssimos ou fatais com veículos pesados ou com condutores jovens.

Todas as pesquisas indicam que o risco de acidentes aumenta quando a macrotextura é inferior a certo valor, mas é relativamente irrelevante quando a macrotextura ultrapassa esse valor. O valor considerado como “limite”, que aumenta o risco de acidentes, é diferente entre as pesquisas, o que se deve às diferenças entre as vias ou entre os métodos de medida e calibragem do equipamento de medida.

Rugosidade

Há uma série de pesquisas sobre o efeito da rugosidade sobre os acidentes. Os resultados apresentados aqui têm base nas seguintes pesquisas:

Dearinger e Hutchinson, 1970 (Grã-Bretanha e EUA);
Karr, 1972 (EUA);
Hatcher, 1974 (EUA);
Zipkes, 1977 (Suíça);
Burns, 1981 (EUA);
Gallaway, Benson, Mounce, Bissell e Rosenbaum, 1982 (Canadá e EUA);
Wong, 1990 (EUA);
Hanley et al., 2000 (EUA).

Os resultados indicam que a rugosidade tem efeito mais vantajoso em acidentes na superfície molhada do que na superfície seca, e mais em acidentes com danos materiais do que em acidentes com vítimas. Em grande escala, os resultados são dependentes dos métodos utilizados. Infelizmente, grande parte das pesquisas são relativamente falhas do ponto de vista metodológico. Essas pesquisas não foram verificadas pelo efeito de regressão no número de acidentes e provavelmente

TABELA 2.3.3: EFEITOS DA RUGOSIDADE SOBRE OS ACIDENTES. MODIFICAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Grau de seriedade do acidente	Modificação percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor estimativa	Intervalo de Confiança
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes nas vias	+8	(-25; +57)
	Acidentes em superfícies molhadas	-39	(-73; +36)
	Acidentes em superfícies secas	+39	(-27; +163)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes nas vias	-13	(-20; -6)
	Acidentes em superfícies molhadas	-67	(-74; -58)
	Acidentes em superfíciessecas	-1	(-9; +8)
Grau de danos não especificado	Acidentes em superfíciesmolhadas ¹	-29	(-55; +14)

superestimaram o efeito da medida. Os resultados na tabela 2.3.3, que valem para os acidentes com vítimas, são baseados apenas nas pesquisas que utilizaram um grupo de controle. Esses resultados, entretanto, podem ser influenciados pelos efeitos de regressão. O único resultado baseado em uma pesquisa verificada pelos efeitos de regressão é o efeito em acidentes em superfície molhada (grau de danos não especificado), baseado em Hanley, Gibby e Ferrara (2000). Nessas pesquisas, foi descoberta uma redução do risco de acidentes que não é estatisticamente confiável. A melhor estimativa baseada em todas as pesquisas é -50 (-71; -13). A diferença se deve provavelmente, entre outras coisas, aos efeitos de regressão.

Duas pesquisas compararam os efeitos de rugosidade longitudinal e transversal. Ambas as pesquisas descobriram um aumento do atrito e diminuição de ruído em vias com rugosidade longitudinal maior do que com rugosidade transversal (Burgè et al., 2001; Drakopolous e Kuemmel, 2007). Drakopolous e Kuemmel não descobriram diferenças significantes no risco de acidentes em vias com rugosidade longitudinal e transversal.

Asfalto poroso

Há uma série de pesquisas sobre o efeito da rugosidade e do asfalto poroso sobre os acidentes. Os resultados apresentados aqui têm base nas seguintes pesquisas:

Tromp, 1993 (Holanda, asfalto poroso);
Herbst e Holzhammer, 1995 (Áustria, asfalto poroso);
Bonnot, 1997 (França, asfalto poroso);
Brailly, 1998 (França, asfalto poroso);
Commandeur et al., 2002 (Holanda, asfalto poroso);
Sliwa, 2003 (Alemanha, material não publicado, asfalto poroso).

Não foi encontrado nenhum efeito da utilização do asfalto poroso em acidentes. As pesquisas do efeito do asfalto poroso não têm controle metodológico adequado; os resultados, contudo, não parecem ser influenciados pelos aspectos metodológicos (Elvik & Greibe, 2005). Elvik e Greibe, baseados em uma revisão geral da bibliografia, realizaram um levantamento geral sobre como o asfalto poroso influencia diferentes fatores de risco, que está resumido na tabela 2.3.5. Alguns fatores de risco não são influenciados, outros são influenciados de maneira positiva e alguns, de maneira negativa para a segurança. Este fato pode ser uma explicação para a descoberta de que os efeitos são inconsistentes e não significativos em relação aos acidentes.

De acordo com Elvik & Greibe (2005), há outros tipos de camada de asfalto que tanto reduzem o ruído quanto aumentam o atrito (um exemplo descrito no artigo é o *Italgrip*; Spinoglio, 2003). Outro tipo de camada de asfalto é chamada de asfalto *chipseal* (*calcined bauxite*, por exemplo), que tem uma textura positiva, com agregados que são realçados em relação à superfície. Isso pode resultar em melhor aderência em condições de dirigibilidade difícil. Este tipo de asfalto é mais

TABELA 2.3.4: EFEITOS DO ASFALTO POROSO SOBRE OS ACIDENTES. MODIFICAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Grau de seriedade do acidente	Modificação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor estimativa	Intervalo de Confiança
Não especificado (todos os acidentes)	Acidentes em superfície molhada	-3	(-33, +40)
	Acidentes em superfície seca	1	(-31, +48)
	Todos os acidentes na via	-13	(-26, +3)

TABELA 2.3.5: EFEITOS DO ASFALTO POROSO EM DIFERENTES FATORES DE RISCO. FONTE: Elvik e Greibe, 2005.

Fator de risco	Efeito por meio do asfalto poroso
Ruído no veículo	Nenhum efeito
Atrito, distância de frenagem	Nenhum efeito
“Spray” de água, visibilidade	Efeito positivo
Drenagem de água	Efeito positivo
Reflexo da luz	Efeito positivo
Formação de sulcos	Efeito positivo
Condição de dirigibilidade no inverno	Efeito negativo (o asfalto poroso congela mais facilmente)
Velocidade	Efeito negativo (velocidade maior, menor redução de velocidade em superfície molhada)
Desgaste	O asfalto poroso deve ser recapeado duas vezes mais que o asfalto comum.

duradouro que o asfalto poroso quando se leva em conta o atrito, isto é, ela fornece maior aderência durante um período mais longo (Hudson e Mumm, 2003).

Impacto na mobilidade

A melhoria da aderência nas vias tem influência na velocidade do veículo, especialmente se a irregularidade do pavimento da via também for melhorada (Karan, Haas e Kher, 1976, Cooper, Jordan e Young, 1980, Cleveland, 1987, Anund, 1992). Um aumento de até 10 km/h foi encontrado, mas os valores mais frequentes são de 2 a 5 km/h.

O asfalto poroso aumenta a transitabilidade em superfícies molhadas porque há uma melhoria na drenagem de água e o spray de água é reduzido.

Impacto no meio ambiente

Com espessuras normais nas camadas do asfalto poroso alcança-se uma redução de ruído de tráfego de 3 a 5 dB ao ar livre perto da via. O maior valor é atingido quando uma camada de asfalto antiga e gasta é substituída por uma camada nova, com alta porosidade e pedras com tamanho de até 16 mm. Isso também vale para vias com velocidade-limite acima de 50 km/h, com uma fluidez de tráfego razoavelmente homogênea.

Os efeitos relativos à redução do ruído no asfalto poroso são válidos imediatamente após a implementação da medida. Mas, tanto para o asfalto poroso quanto para os pavimentos impermeáveis com baixo ruído, os efeitos no tempo de vida são incertos.

É possível supor que o asfalto poroso tem cerca da metade do tempo de vida do asfalto impermeável. A necessidade do aumento na aplicação de sal no asfalto poroso durante o inverno tem efeito negativo para o meio ambiente.

A rugosidade na superfície da via aumenta o nível de ruído.

Custos

O asfalto poroso gera mais custos que o asfalto impermeável comum por causa do aumento nos custos do recapeamento, do tempo de vida reduzido, da necessidade do aumento na aplicação de sal e da limpeza. Em uma análise de custo-benefício do recapeamento pelo asfalto poroso em uma via principal com cinco faixas e Volume Diário Médio Anual (VDMA) de 25.000 veículos, Sælensminde (2002) levou em consideração o custo apresentado na tabela 2.3.6. Foi previsto que novas técnicas de recapeamento seriam postas em uso para o asfalto poroso e seria realizado o recapeamento em duas camadas, uma na superfície e uma camada interna. A camada na superfície deve ser renovada depois de 3 anos, enquanto a duração prevista da camada interna é de 7 anos. A duração prevista do asfalto comum é de 7 anos. Os custos do asfalto poroso são maiores que os do asfalto normal.

Avaliações de custo-benefício

Sælensminde (2002) fez uma análise de custo-benefício em que o asfalto poroso é comparado com o asfalto comum em uma via principal com cinco faixas e com Volume Diário Médio Anual (VDMA) de 25.000 veículos. A análise foi realizada para limites de velocidade em 80 km/h e 60 km/h. Pressupõe-se que o asfalto poroso reduz o ruído em 3,5 decibéis (A) em um período de 3 anos com um limite de velocidade de 60 km/h, e diminua em 4,5 decibéis (A) no mesmo período, mas com um limite de velocidade de 80 km/h. Também pressupõe-se que o asfalto poroso não tenha efeito nem no número de acidentes, nem também na velocidade do veículo nem nos custos de utilização do veículo. O benefício da medida consiste apenas na redução do ruído.

TABELA 2.3.6: CUSTOS DO ASFALTO POROSO E DO ASFALTO COMUM EM UMA VIA PRINCIPAL DA CIDADE. FONTE: Sælensminde, 2002.

Custo por item	Custos por quilômetro de via (NOK)	
	Asfalto poroso	Asfalto comum
Recapeamento	2.464.000	1.232.000
Tubo de drenagem	804.000	
Manutenção no inverno	65.000	44.000
Limpeza do pavimento	17.000	
Limpeza do tubo de drenagem	40.000	

Os possíveis efeitos no aumento da aplicação de sal não se integram na análise.

Com um limite de velocidade de 80 km/h, o benefício é de até NOK 16,3 milhões (valor atual) e os custos, de até NOK 5,9 milhões (valor atual). O benefício é claramente maior que os custos. Se, além do recapeamento do asfalto poroso, o limite de velocidade for diminuído para 60 km/h, o benefício aumentaria para NOK 18,8 milhões (valor atual). Os custos seriam os mesmos. A análise indica que o asfalto poroso pode ser uma medida vantajosa nas cidades e aglomerados populacionais, tanto social quanto economicamente, mesmo que a medida não melhore a segurança no trânsito. Se a segurança também fosse considerada, o benefício seria ainda maior do que o calculado na análise acima.

Não foram calculadas análises de custo-benefício de outras maneiras para melhorar a aderência. Há várias medidas diferentes e os custos são dependentes, entre outras coisas, da técnica empregada, do volume de tráfego e do tipo de via.

Responsabilidade e procedimentos formais

Consulte capítulo 2.1.

2.4 MEDIDAS DE PROTEÇÃO DAS VIAS CONTRA AVALANCHES E RAJADAS DE NEVE

O capítulo foi revisado em 2012 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

A avalanche é uma “denominação comum sobre eventos naturais em que uma massa acumulada em forma de neve, pedras ou terra se move ladeira abaixo” (Olje- og Energidepartementet, 2011-2012). Há dois tipos de avalanche, de acordo com o tipo de massa acumulada que está em movimento:

Neve: A avalanche de neve é dividida geralmente em avalanche de neve solta, avalanche de placa de neve e avalanche de neve liquefeita. A avalanche de neve solta geralmente é originada na superfície de uma camada de neve que contém neve solta. Na avalanche de placa de neve, a camada de neve sólida desliza como consequência do desencadeamento de tensão na camada de neve. Via de regra, ela é desencadeada em terrenos íngremes e sob ou após intensa queda

de neve, ventos fortes ou aumento de temperatura. A avalanche de neve liquefeita consiste em neve em estado líquido e pode ser originada em terrenos com pouca inclinação. Ela tem muitas características comuns à avalanche de neve solta e é tratada aqui, por conta disso, da mesma maneira que esse tipo de avalanche (Statens vegvesens, 2012A).

Rochas sólidas: a avalanche que consiste de rochas sólidas e pode ser dividida, de acordo com o tamanho da avalanche, em deslizamento de pedras, avalanche de pedras e avalanche de rochas. Essas avalanches podem ser originadas, entre outras coisas, como consequência do deslocamento da água pelas rachaduras das montanhas. A água causa a corrosão química junto com a dilatação formada pelo gelo, algo que expande as rachaduras e, como consequência, as pedras se soltam.

Massa solta: A avalanche de massa solta pode ser dividida em deslizamento de terra, avalanche torrencial e avalanche de barro. Deslizamento de terra consiste em pedras, cascalhos, areia ou lama. Geralmente essas avalanches ocorrem em terreno íngreme. A avalanche torrencial consiste em massas soltas de terra e água e costuma ocorrer ao longo dos cursos de riachos e rios. A avalanche de lama geralmente contém uma grande quantidade de barro e não prevê um terreno íngreme. A argila de Leda é formada por grande quantidade de sal acumulada ao longo do tempo, algo que pode levar à fluidez se for sobrearregada e agitada. O fator desencadeador para a ocorrência da avalanche de massa solta é sempre a água. O aumento da quantidade de pluviosidade, de oscilações de temperatura por volta do zero grau nos invernos e grandes atividades de construção em terrenos íngremes podem levar a um aumento no perigo de ocorrência desse tipo de avalanche.

A rajada de neve pode ser um problema para muitas vias em local montanhoso, com grandes áreas abertas e muito vento. A neve forma massas de neve acumuladas nas áreas a sota vento, o que prejudica a fluidez nas rodovias. Sob condições especialmente desfavoráveis, essas massas de neve acumuladas deixam a via intransitável durante alguns minutos após a retirada da neve. No entanto, o maior problema com a **rajada** de neve é a visibilidade. Ela pode ser tão ruim a ponto de tornar o tráfego inapropriado, mesmo se a fluidez não estiver reduzida. Nas rodovias em montanhas altas, que fazem parte da rede viária principal, pode ocorrer o bloqueio da rodovia (para retirada de gelo) de 20 a 200 vezes por inverno, enquanto a formação de

comboios (quando veículos enfileirados, em mesma velocidade e distância um do outro, seguem um veículo autorizado que retira o gelo) de 50 a 400 vezes por inverno (Statens vegvesens, 2012B).

Na Noruega, desde o ano de 1900 foram registradas cerca de 30.000 avalanches, em que 500 pessoas perderam a vida. Dessas, 380, por avalanche de neve, 125, por deslizamento de pedras ou de rochas e 60, por avalanches de massa solta (Olje- og Energidepartementet, 2011-2012). Isso compreende todas as avalanches e mortes, não apenas as avalanches nas rodovias. A maioria das avalanches é registrada na região de Sogn og Fjordane e Hordaland, seguidas por Nordland e Troms. Há uma grande variação no número de avalanches registradas de ano a ano.

Em média na Noruega morre cerca de 1 pessoa por ano por causa de avalanche junto às vias. As principais vítimas das avalanches são as equipes de desobstrução e os condutores que estão em áreas de risco aguardando a limpeza da via após a avalanche. Não foi encontrado nenhum estudo nacional abrangendo todo o país sobre quantos veículos foram atingidos por avalanches. Entre 1988 e 1989 foi estimado que 10 a 15 veículos foram atingidos por avalanches de neve a cada inverno.

Os bloqueios mais comuns são os bloqueios de rodovias por motivos de avalanche ou de rajada de neve. Elas configuram 55% de todos os bloqueios de vias registrados (Statens vegvesens, 1993). Por este motivo, a avalanche de neve é a grande responsável por prejudicar a fluidez na rede viária. Os bloqueios de rodovia em áreas em que não há possibilidades de passagem podem causar grandes problemas para a comunidade local, tanto para indivíduos quanto para a vida econômica, e também para o nível de prontidão com relação a outros eventos, como o transporte de doentes e atendimento do Corpo de Bombeiros e da polícia.

O risco de que um veículo em deslocamento seja casualmente pego por uma avalanche é calculado em algumas rodovias específicas que têm o risco de sofrer uma avalanche de neve. Tøndel (1977) calculou o risco de sofrer uma avalanche em um trajeto na Noruega entre 1 por 96.000 e 240.000 veículos. Na Suíça, em um desfiladeiro nos Alpes com o maior risco de avalanche de neve, o risco é estimado em 1 por 521.000 veículos (Margreth et al. 2003). Na Nova Zelândia, o risco de bloqueio da rodovia com o maior risco de avalanche de neve é estimado a 1 por 192.000 veículos (Hendriks et al. 2006). As duas últimas estimativas servem como

pressuposto de que o tráfego é seguro contra avalanche de neve o ano todo (quer dizer que o risco é significativamente maior somente nos períodos com maior queda de neve). Na maior parte da rede viária, a probabilidade de ser atingido por avalanches é significativamente menor.

Dezoito por cento das pessoas dentro de veículos que foram soterrados por avalanches de neve na Suíça de 1946 a 1999 morreram. O risco de morrer é maior em grandes avalanches, quando a via está localizada em terreno íngreme e a neve é densa.

A medida de proteção nas rodovias contra avalanches e rajadas de neve reduzirá a probabilidade de que a via seja atingida por uma avalanche ou rajadas de neve e, com isso, também diminuirá o número de veículos que podem ser soterrados pela avalanche, enquanto as rodovias estiverem bloqueadas. A medida de proteção contra avalanches também tem como objetivo assegurar construções ou outras infraestruturas contra as avalanches. A medida de proteção para as rodovias contra as rajadas de neve tem como principal objetivo reduzir os problemas relacionados à má visibilidade e à fluidez.

Descrição da medida

A medida contra avalanches pode ser dividida da seguinte maneira:

- Aviso de risco de avalanche e bloqueio de via
- Introdução da medida em área de risco de ocorrência de avalanche
- Medida no curso da avalanche. Aqui ocorre principalmente a remoção dos detritos da avalanche. Os detritos da avalanche formam novos detritos, aumentando o volume da avalanche.
- Medida na área de desembocadura onde a avalanche é depositada.

Estas medidas estão especificadas a seguir, de maneira geral ou específica, para cada tipo de avalanche.

Aviso sobre risco de avalanches e bloqueios de vias em risco durante períodos de iminência: As principais áreas em risco de avalanche são vias em áreas montanhosas ou vilas com baixo volume de tráfego. Em muitos desses trechos, os túneis ou superestruturas (túnel aberto de um lado) ao lado da rodovia são as únicas medidas seguras. Outras medidas possíveis mais baratas, como a vigilância no local, alertas e bloqueios do trecho deixam a via mais segura, mas

não resolvem o problema da interdição da pista e isolamento de comunidades locais. Em alguns casos, o tempo de bloqueio pode ser reduzido com o desencadeamento controlado da avalanche (Statens vegvesens, Vestland, 2012). O alerta sobre a avalanche de neve é realizado na Noruega tanto em nível nacional para grandes áreas quanto em nível local, por aqueles que administram a região. As avaliações e o desenvolvimento de alerta de risco de avalanches estão em andamento no momento. A vigilância sobre a iminência de deslizamento de rochas na Noruega ocorre principalmente em nível local. Um serviço de alerta para avalanches de massa solta está em desenvolvimento na Noruega (Olje- og Energidepartementet, 2011-2012).

Medidas contra avalanche de neve, de pedra ou de massa solta em áreas de risco: florestas. Avalanches raramente ocorrem em áreas florestais. A floresta pode, por conta disso, proteger contra as avalanches de neve, de pedra e de massa solta (Statens vegvesens, 2012A). Florestas grandes e densas têm o melhor efeito preventivo contra avalanches.

Medida contra avalanche de neve em áreas de risco: cercas de neve (prevenções de apoio). Para impedir a ocorrência de avalanches de neve, cercas de neve (cerca instalada a 90° na direção do vento para prevenir que a neve seja jogada na pista) podem ser instaladas ao longo de trecho em declive que se encontra em uma área de risco.

Medida contra avalanche de rochas e de pedras em área de risco: a ocorrência dessas avalanches pode ser impedida com a remoção de partes montanhosas instáveis, a drenagem de água que acarreta instabilidade no terreno ou rupturas causadas pela formação de gelo entre as pedras na área de risco, plantação ou manutenção da vegetação (florestas), proteção de partes das montanhas ou rochas com fixação variadas (Statens vegvesens, Håndbok 215, Fjellbolting), utilização de redes para a proteção contra as rachaduras nas montanhas, contra deslizamento de rochas, contra as formações de rochas grandes e soltas e contra desfiladeiros ou a utilização da aplicação de concreto para evitar que as rochas ou pedras se soltem dos desfiladeiros (Statens vegvesens, 2011B).

Medida contra avalanche de massa solta em uma área de risco: o fator desencadeador da avalanche de massa solta é a água, e a medida tem como principal objetivo o controle da água. As medidas possíveis que podem impedir a ocorrência desta avalanche são as restrições do uso irregular do terreno (principalmente construções ao longo das rodovias e desma-

tamento), o equilíbrio da área de risco em potencial, principalmente o florestamento, a modificação das condições de drenagem de maneira que a corrente de água seja reduzida e também a proteção contra a erosão nos cursos da drenagem. Um manual sobre o funcionamento e proteção das vias contra avalanches torrenciais e avalanches de neve liquefeita de está sendo elaborado pela Statens vegvesens (2012A).

Medidas de proteção contra deslizamento de pedra ou de neve no curso da avalanche e na área de desembocadura por meio de túneis e superestruturas: os túneis e superestruturas podem ser utilizados para proteger as vias tanto contra a avalanche de neve quanto a de pedras. Ambas as construções são consideravelmente caras e geralmente apenas relevantes onde os outros métodos de segurança não são satisfatórios. O planejamento e a construção de túneis são tratados na Statens vegvesens, Håndbok 021.

A superestrutura (túnel aberto de um lado) pode ser construída de maneira que a via mantenha sua disposição enquanto o curso da avalanche é elevado, algo que pode acarretar o alargamento do curso da avalanche em comparação com o curso anterior antes da construção da superestrutura. Alternativamente, o curso da avalanche pode manter sua disposição enquanto a via é rebaixada em relação ao trajeto da avalanche. A parede do lado de fora da superestrutura pode ser aberta ou fechada. Uma parede externa aberta com colunas que apoiam a estrutura fornece melhor iluminação, mas pode deixar o pavimento congelado e com gelo dentro da superestrutura. Por conta disso, é geralmente recomendado construir a superestrutura com parede externa fechada. A parede externa aberta pode ser interessante se o terreno abaixo do túnel for muito íngreme (Statens vegvesens, 2011A). A superestrutura também pode ser construída na forma de túneis feitos por tubo de metal corrugado ou de construções circulares de cimento. Estas superestruturas também são denominadas túneis contra massa solta.

Medidas de proteção contra avalanche de neve no curso da avalanche e na área de desembocadura: rodovias que atravessam o curso da avalanche podem ser protegidas com uma ponte sobre o trajeto da avalanche ou com diferentes tipos de medidas para terrenos (Statens vegvesens, 2011A). As medidas têm o objetivo de impedir que a avalanche alcance as áreas que ela pode prejudicar (por meio de muros e guia) ou desacelerar a avalanche para que não alcance a rodovia (barreiras de retenção e montes de obstrução). A medida para terrenos compreende muros e guias

que podem mudar a direção da avalanche, barreiras e guias de retenção na transversal ao curso da avalanche para parar ou desacelerar a avalanche e montes de obstrução de 4 a 6 metros de altura que são dispostos de maneira enfileirada para bloquear a avalanche de neve e reduzir a distância da desembocadura.

Medidas de proteção contra deslizamento de pedras no trajeto da avalanche e na área de desembocadura: quando a medida de proteção na área de risco não é prática porque, por exemplo, a área é de difícil acesso ou exige medidas muito difusas, as medidas possíveis são, entre outras, cercas de retenção, que podem impedir tanto a queda quanto o deslizamento de pedras, como também a queda de neve em menor escala (Margreth e Roth, 2008). Outras medidas possíveis são muros e barreiras de retenção. Em casos isolados, pode-se elevar o nível da via de maneira que ela mesma forme uma barreira contra o deslizamento de pedras.

Medidas de proteção contra a avalanche de massa solta no curso da avalanche e na área de desembocadura: as vias ficam protegidas contra a avalanche de massa solta com o bloqueio da erosão no curso da avalanche (em trajetos de rios podem ser construídas, por exemplo, soleiras que diminuam a velocidade da água e, com isso, o potencial de erosão), com a construção de açudes de controle (de concreto, pedra ou rede) para reduzir a quantidade de massa carregada e aumentar a perda de energia, com a construção de barreiras de contenção para evitar que as avalanches se propaguem para os lados ou para proteger certas áreas contra o alcance das avalanches, aumentar a segurança das vias que atravessam o trajeto da avalanche por meio de pontes ou com a instalação de bacias de sedimentação na área de desembocadura para estancar a avalanche; eventualmente, junto com os açudes de controle, podem ser utilizadas vias de escoamento e muros de retenção. Muitas dessas medidas também podem ser combinadas. Além disso, as medidas devem ser instaladas de maneira que o trabalho de manutenção e a remoção da massa acumulada possam ser executados de um modo simples.

Reestruturação da via e modificação da utilização da área: em áreas em que não há uma segurança satisfatória contra avalanches, é possível considerar a proibição de novas construções ou a mudança da rodovia, povoados ou empresas para áreas de menor risco.

Medida contra rajada de neve: vias em áreas com rajadas de neve podem ser protegidas de diversas maneiras (Statens vegvesens, 2012B):

- Localização da via em terrenos em que haja pouca formação de neve acumulada ou deslocamento de neve sobre a via.
- Construção de um perfil transversal na via de forma que ela fique acima da camada de neve na lateral e que a rajada de neve se acumule fora da superfície da via. Adicionalmente, a via e a área lateral devem ser construídas de maneira que a manutenção e as operações de inverno possam ser executadas.
- Remoção de pequenos declives ou aclives ao lado da via que levam ao acúmulo de neve. As guias também fazem com que a **rajada** de neve se acumule na via. Se elas forem removidas, pode ser relevante melhorar o terreno lateral da via para reduzir o risco de saída da pista.
- Construção de cercas de neve para impedir que a neve seja levada para a via. As cercas de neve podem ser construídas com plantação de árvores para sotavento com o mesmo objetivo que as cercas de neve.
- Regulamentação do tráfego, isto é, interdição da via e formação de comboios.

Medidas de proteção contra avalanche na Noruega: o plano de proteção contra desmoronamento de 2010-2013 (www.vegvesen.no) contém a proposta para a medida na rede das rodovias regionais (os projetos possuem diferentes status de planejamento). No total, o planejamento compreende 53 projetos e melhorias de 110 pontos com risco de desmoronamento (alguns dos projetos compreendem mais medidas). As seguintes medidas foram propostas:

- Limpeza, fixação das rochas, redes, cercas e similares: 19 projetos (30 pontos com risco de desmoronamento)
- Túnel: 15 projetos, 30 pontos com risco de desmoronamento (na maioria dos projetos vigoram túneis existentes)
- Intervenção no terreno/ valeta / terraplanagem / guias, barreiras 10 projetos (27 pontos com risco de desmoronamento)
- Reestruturação da via: 8 projetos (27 pontos de risco de desmoronamento)
- Superestrutura: 5 projetos (5 pontos com risco de desmoronamento)

Para priorizar a medida, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega utiliza um modelo prioritário baseado nos seguintes fatores (valores em parênteses; Statens vegvesens, Vestland, 2012): volume de tráfego (0,20), fator de avalanche (frequência de avalanche * extensão da via atingida)

(0,20), extensão do desvio em horas (0,15), número de vezes que a via é bloqueada por motivos de avalanche (0,10), risco de novas avalanches na área em que o tráfego está bloqueado após a avalanche (0,10).

Impacto sobre os acidentes

Os efeitos nos acidentes por meio da medida de proteger as vias contra avalanches dependem de qual é a amplitude de danos que está desprotegido. A amplitude dos danos depende, entre outras coisas, de qual frequência e da extensão da via que foi atingida pela avalanche, do número de veículos que trafegam na via e da velocidade dos veículos (Wilhelm, 1998). A realização de trabalhos de manutenção, resgate e interdição da via também influenciam a amplitude de danos. Além disso, o efeito da medida de proteção contra avalanches depende de como as medidas influenciam a segurança em geral (isto é, quando não há avalanches).

Por meio de alguns bloqueios de vias especiais contra o risco de avalanche de neve na Suíça e na Nova Zelândia, estima-se que a medida de segurança existente reduz o número de condutores que vêm a óbito entre 80 e 98% por motivo das avalanches de neve. Não se especifica como as vias estão protegidas contra a avalanche de neve, mas são utilizadas diferentes medidas: físicas, bloqueios da via e desencadeamentos controlados de avalanches de neve.

Os desencadeamentos controlados de avalanches com o bloqueio provisório da via podem reduzir o risco de avalanches nas vias em 80 a 95% de acordo com Margreth et al. (2003). Para obter tal redução no risco sem o desencadeamento controlado de avalanches, as vias devem ser bloqueadas por um período de tempo maior do que com o desencadeamento controlado. Na Suíça o desencadeamento controlado de avalanches mostrou ser uma medida efetiva contra grandes avalanches (Wilhelm et al., 2000). Mesmo assim, as avalanches desencadeadas de maneira controlada também causam uma parcela de estragos, porque elas podem ser maiores do que o esperado.

Florestas: As florestas podem impedir o desencadeamento de avalanches de neve pelo pressuposto de que elas são bastante densas e altas (Viglietti et al., 2010; Teich e Bebi, 2009). As florestas no topo de uma área com risco de avalanches têm o maior efeito, mas as florestas na parte inferior, em sua grande parte, podem impedir que a avalanche se propague para os lados e pode desacelerar avalanches me-

nores. Em um inverno particularmente com muita neve e grandes avalanches na Suíça, quase nenhuma das avalanches foi desencadeada na área de florestas, enquanto uma parte delas se iniciou em áreas desmatadas (Wilhelm et al., 2000). Após uma tempestade que destruiu grande quantidade de árvores em áreas com risco de avalanche na Suíça, ocorreu um aumento significativo no risco de avalanches nas áreas desmatadas, enquanto que os troncos deitados continuaram a fornecer alguma proteção contra a avalanche de neve (Frey og Thee, 2002).

As prevenções de apoio contra avalanche de neve impediram o desencadeamento de grandes avalanches de neve na Suíça, mesmo com áreas completamente cobertas com neve sob um inverno rigoroso com grandes avalanches de neve (Wilhelm et al., 2000).

Medidas para terrenos contra avalanches de neve: o efeito das medidas para terrenos em diferentes tipos de avalanche na via diverge. A rodovia Fv 65 ao longo do Hjørundfjorden em Møre Romsdal, no período de 1986 a 1990 foi protegida com uma extensa utilização destas medidas para terrenos e teve o efeito de proteção observado até 1993 (Statens vegvesens, 2011A). Ficou demonstrado que as medidas para terrenos absorveram 135 das 159 avalanches (isto é, 85% das avalanches), que teriam causado, sem a medida para terrenos, o bloqueio da via. Com relação aos diferentes tipos de avalanche, foram absorvidas:

- 95% das avalanches de neve úmida (107 avalanches),
- 74% das avalanches de neve seca (38 avalanches) e
- 43% das avalanches de neve liquefeita (14 avalanches).

Em um estudo com 37 medidas para terrenos desenvolvidas entre 1976 e 1995, Hammersland et al. demonstraram (2000) que 95% das medidas tiveram um efeito de proteção de 70% ou mais, enquanto 20% das medidas tiveram um efeito de proteção de 90%. Em montanhas altas, onde há grande quantidade de neve e muitas avalanches de neve seca, as medidas tiveram o pior efeito. Havia, contudo, pequenas diferenças no efeito quando se realizava um agrupamento em relação à frequência original da avalanche e os custos para as medidas. A causa para a ineficácia da medida de proteção para terreno contra avalanche de neve seca é que as avalanches quase que anulam os efeitos das medidas tomadas e as medidas para terreno não têm nenhum efeito negativo na segurança viária (como tem, por exemplo, a superestrutura).

As experiências da Suíça mostram que as medidas que canalizam a avalanche de neve em muitos casos impedem grandes avalanches de neve ou reduzem seu volume. Uma vez que não há informações sobre o número desses cursos de avalanche canalizados, não é possível tirar conclusões sobre a redução do risco.

Túneis em áreas com população espalhada têm aproximadamente o mesmo risco de acidentes que as vias. Nas áreas urbanas, o risco de acidentes em túneis é menor que nas vias (veja capítulo 1.19, Proteção dos túneis). Os túneis fornecem praticamente total proteção contra deslizamento de pedra e de neve (Statens vegvesens, 2012). No entanto, se a extensão do túnel for muito curta, poderá causar obstrução na entrada e na saída do túnel.

A superestrutura pode, teoricamente, reduzir o risco de avalanches na via com uma garantia de 100%, se ela for longa o bastante (Margreth et al., 2003). Hammersland et al. (2000) indicaram que a frequência de avalanches na rodovia é reduzida em 70% após a construção da superestrutura. Para superestruturas menores do que 30m, a frequência de avalanches é de apenas 50%; já as maiores do que 200m, de 95%. Uma causa para a ineficácia de uma superestrutura reduzida é que as massas acumuladas se elevam perto das guias construídas no final da superestrutura e obstruem o trajeto da avalanche por baixo da superestrutura. Outra causa possível seria o tamanho reduzido da superestrutura, o que pode ser problemático se o curso da avalanche aumentar como consequência da elevação do mesmo.

A superestrutura pode ter, em geral, um efeito negativo na segurança viária. As condições de luminosidade podem, por exemplo, ser afetadas se a superestrutura tiver uma parede lateral aberta, assim como o congelamento da pista também pode dificultar o tráfego (Statens vegvesens, 2011A).

Com a **transposição da via para um terreno mais seguro contra avalanches**, o efeito no número de acidentes depende do nível de risco da nova via e de quão longa e segura ela é em comparação com a via anterior.

Cercas de neve: uma pesquisa norte-americana sobre cercas de neve em um trecho montanhoso, construídas para impedir rajadas de neve e formação de neve acumulada na via, apontou que acidentes sob fortes ventos e rajadas de neve foram reduzidos em cerca de 10% quando a instalação de cercas de neve ao longo da extensão da via aumentou de 0 para

50% (Tabler e Furnish, 1982; consulte também o capítulo 2.6, Manutenção de inverno das vias).

Impacto na mobilidade

As avalanches que levam a um bloqueio de via podem causar enormes atrasos aos condutores. Certas áreas podem ser isoladas do mundo exterior quando há uma avalanche em áreas críticas, algo que pode ser prejudicial para os moradores, para a economia e também para o trabalho preventivo de outros bloqueios.

Impacto no meio ambiente

Muitas das medidas para proteger as vias contra avalanches envolvem grande intervenção na natureza e modificam a forma paisagística ou a vegetação da paisagem. Isso pode ter efeitos positivos e negativos ao meio ambiente. À medida que impede ou reduz a erosão, tem provavelmente mais efeitos positivos ao meio ambiente. O efeito estético discutido em uma série de publicações sobre a proteção contra avalanches também pode ser tanto negativo (grandes construções com camada de concreto e longas fileiras com cercas de neve, por exemplo) quanto positivo (vegetação ao invés de cercas de neve, por exemplo).

Custos

No plano nacional de transporte de 2010 até 2019 reservou-se uma verba de NOK 1 bilhão por ano especialmente para as medidas contra avalanches, o que é quase o triplo da verba reservada nos planos nacionais de transporte anteriores. Metade será utilizada na rede de rodovias nacionais e a outra metade, nas rodovias regionais. O incentivo para a medida nas vias regionais é concedido anualmente pelo orçamento do Estado, que subsidia os municípios. Isso vem somar à prioridade dos municípios com relação às medidas de proteção contra avalanches sob orçamento próprio.

A verba referente à proteção da rede de rodovias principais contra avalanches é estimada em NOK 25 a 30 bilhões, dependendo do que é considerado como risco de avalanche (Statens vegvesens, 2008A).

Os planos de proteção contra avalanche para as regiões da Agência Nacional de Administração de

Vias Públicas da Noruega contêm a estimativa de custos para as melhorias dos pontos de avalanche nas rodovias nacionais, estaduais e nas vias locais. O custo médio varia entre NOK 3 milhões e acima de NOK 300 milhões por ponto de risco de avalanche. Via de regra, os custos são maiores em rodovias nacionais do que em rodovias regionais e vias locais e em pontos de avalanche com alta prioridade do que com média ou baixa prioridade de risco. Os custos médios estimados por ponto de risco de avalanche na rede de rodovias em Vestland, por exemplo (Statens vegvesens, Vestland, 2012), é de NOK 65 milhões em Hordaland, NOK 105 milhões em Rogaland e NOK 312 milhões em SognogFjordane para pontos com alta prioridade, e entre NOK 3 e 8 milhões para pontos de média e baixa prioridade. Os custos estimados para pontos de avalanche com alta prioridade nas rodovias regionais é de NOK 10 milhões em Hordaland, NOK 30 milhões em Rogaland e NOK 73 milhões em SognogFjordane, e entre NOK 3 e 22 milhões para pontos de média ou baixa prioridade. Não há estimativa de custos para outros pontos de avalanche.

As estimativas de custo contêm todos os custos, dentre eles terraplanagem, administração de construções e ligação das vias existentes. As estimativas são relativamente incertas (+/- 40%). Para projetos maiores, com objetivos mais amplos do que a proteção contra avalanches, estima-se qual é a porcentagem do projeto destinada à proteção contra avalanches. Caso contrário, as estimativas de custo são baseadas nos seguintes preços unitários no histórico de custos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (seleção):

- túnel de duas faixas na montanha: NOK 5.000 por metro;
- túnel tubular de aço/concreto (duas faixas): NOK 231.000 por metro;
- superestrutura de concreto: NOK 231.000 por metro;
- ponte construída sobre a área de passagem da avalanche: NOK 236.000 por metro;
- muro de contenção: NOK 8.300 por metro quadrado;
- barreira de contenção/guia de proteção contra massa solta (6m de altura): NOK 15.500 por metro;
- deslocamento da massa solta: NOK 300 por metro cúbico;
- explosão da montanha, incluindo deslocamento: NOK 750 por metro cúbico;
- cercas de retenção (rede de arame): NOK 36.000 por metro;

- rede para gelo (incluindo limpeza e fixação –parafusagem): NOK 1.600 por metro quadrado, e
- fixação: NOK 5.300 por pedaço.

Para projetos isolados, os custos podem divergir dos preços unitários.

Um túnel contra proteção de avalanches de 780 metros de comprimento na rodovia Fv 347 em Langfjorden em Arnøya construído em 2008, por exemplo, custa 120 milhões de coroas norueguesas ou 154 milhões por quilômetro de rodovia (Statens vegvesens, 2008B). As superestruturas custam, na prática, cerca do dobro do custo do túnel (Statens vegvesens, 2011B). Os túneis contra massa solta custam, em contrapartida, menos do que as superestruturas de concreto, se as condições do local estiverem favoráveis para tal e especialmente quando um trecho extenso deve ser protegido, pois os túneis contra massa solta via de regra devem ter uma construção maior do que as superestruturas (Statens vegvesens, 2011A).

Para as prevenções de apoio, não há preços unitários. Os apoios por redes metálicas geralmente são mais favoráveis que as prevenções momentâneas, ou também, por exemplo, a construção de túneis. (Statens vegvesens, 2011A).

Avaliações de custo-benefício

As apreciações do custo de utilização da medida que protege as vias contra avalanches são difíceis de ser executadas porque o efeito das medidas no risco das avalanches em rodovias e os efeitos gerais na segurança viária são pouco conhecidos e porque os custos para a medida dependem, em grande escala, das condições locais. Além disso, a medida contra as avalanches pode ter uma série de outras consequências, como, por exemplo, melhoria da mobilidade, proteção contra o impacto das avalanches em moradias, no meio ambiente, na economia e nos habitantes, que ficariam isolados sem a medida durante a ocorrência de avalanche.

Na Noruega, no período de 2010 e 2019, está reservado o montante anual de 1 bilhão de coroas para as medidas de proteção contra avalanches. Isso pode influenciar muito em relação ao número de acidentes causados pela avalanche. Os custos socioeconômicos com acidentes fatais são de cerca de 30 milhões de coroas (Veisten et al., 2010). O benefício socioeconômico dos demais efeitos da medida de proteção contra avalanches é desconhecido.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a medida de segurança contra avalanches pode ser tomada pelas autoridades que controlam as rodovias em virtude do risco de avalanches ao longo da rodovia. Os condutores que sempre viajam por vias com risco de avalanches também desejam a medida de proteção contra avalanches e reivindicam estas medidas perante as autoridades de trânsito.

Requisitos e procedimentos formais

Não há exigências formais para um nível aceitável de proteção contra avalanches nas vias públicas da Noruega. A prioridade da medida contra avalanches na rede de rodovias ocorre pelo empenho do plano nacional de transporte com base no benefício socioeconômico, para assegurar que as medidas mais importantes recebem maior prioridade. O manual 111 Padrão para as operações e manutenções das vias determina que as medidas de proteção e apoio contra avalanches devem ser inspecionadas, depuradas e melhoradas após o desencadeamento da avalanche a cada 5 anos. A vegetação que interfere no resultado das medidas de proteção e apoio contra avalanches deve ser removida antes de cada inverno. Além disso, os trechos com risco de avalanches são monitorados para facilitar seu bloqueio antes que o risco de ocorrência de avalanche seja acionado e eventualmente para executar o desencadeamento controlado da avalanche. Os contratos de operação contém uma instrução especial para isso. Para a realização do desencadeamento controlado da avalanche, deve ser solicitada a autorização do proprietário do terreno com antecedência.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades responsáveis pelas vias são responsáveis pela proteção das mesmas contra avalanche. Os custos da medida de proteção contra avalanches são financiados pelo Estado em relação às rodovias, pelos governos estaduais com relação às vias estaduais e pelos municípios com relação às vias municipais. Com relação às rodovias nacionais e regionais, a responsabilidade diária é zelada pelas agências regionais de controle e pelos departamentos de vias da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

O Diretório Norueguês do Sistema Fluvial e de Energia tem a responsabilidade superior pelas tarefas estatais de administração na prevenção contra acidentes causados por avalanches, incluindo as apurações de risco (<http://www.nve.no/no/Flom-og-skred/Skred/>).

2.5 MANUTENÇÃO DAS VIAS NO INVERNO

O capítulo foi revisado em 2010/2011 por Anna Arvidsson (VTI) e em 2013 por Torkel Bjørnskau e Alena Høye (TØI)

Uma pista coberta de neve ou de gelo geralmente tem maior risco de acidentes que uma pista seca, devido à redução da aderência. Por outro lado, tem menos acidentes graves, o que se explica pelo fato de que a velocidade é menor em pistas cobertas com neve ou gelo do que em pistas secas. Com a medida de manutenção das vias no inverno para aumentar a aderência, espera-se a redução do risco de acidentes. Uma vez que esta iniciativa leva a um aumento de velocidade, a gravidade do acidente pode aumentar. Esta é uma explicação provável sobre porque alguns estudos não encontram efeito de redução de acidentes com a medida de manutenção das vias no inverno, especialmente em vias com limite de velocidade elevado. O efeito das condições de dirigibilidade sobre os acidentes também depende de quão frequente uma via fica escorregadia. Se uma via raramente estiver escorregadia, geralmente o risco de acidentes aumentará. Isso é demonstrado pelo fato de que os condutores têm menos condições de ajustar a velocidade quando uma pista está mais escorregadia do que o esperado. O efeito da medida de manutenção das vias no inverno pode, com isso, depender de quão frequente uma via fica escorregadia com ou sem a manutenção. Além do mais, o efeito da medida de manutenção das vias no inverno depende da durabilidade e da capacidade de melhoria na aderência (a aplicação de sal em grande quantidade de neve, por exemplo, pode fazer com que a via se torne mais escorregadia do que o normal, e o efeito da aplicação de areia tem curto prazo, isto é, até o momento em que a areia desaparece). Os resultados dos estudos empíricos sobre diferentes medidas de manutenção das vias no inverno são bastante contraditórios, o que pode ser explicado parcialmente pelo fato de que muitos estudos têm deficiências metodológicas e que os efeitos, em sua grande medida, dependem da condição local. Contudo, uma tendência geral é de que a relação entre aderência e acidentes e o efeito da medida de manutenção das vias durante o inverno parecem diminuir com o decorrer do tempo.

Problema e finalidades

No inverno, a aderência e a visibilidade são sempre piores que no verão. Uma via que está coberta de neve ou gelo completa ou parcialmente tem aderência mais baixa que uma via com pavimento úmido (Hvoslef, 1976; Ruud, 1981; Öberg, 1981; Gabestad, 1988; Ragnøy 2008). Isso aumenta a distância de parada e o perigo de perder o controle sobre o veículo. A neve no canteiro central reduz a visibilidade e pode reduzir a largura da via.

A **aderência** é menor em gelo molhado (Öberg, 2004). O coeficiente de aderência (que varia entre 0 e 1, desce abaixo de 0,1 em pavimento congelado). O valor comum para pavimentos cobertos parcial ou totalmente de neve ou gelo fica entre 0,1 e 0,4. Em pavimentos úmidos, o coeficiente de aderência geralmente fica entre 0,4 e 0,7. Em pavimento seco o valor costuma ficar entre 0,7 e 0,9.

A **velocidade** geralmente é menor ao dirigir em vias durante o inverno do que quando as vias estão secas. Os estudos noruegueses atestaram reduções de velocidade de 5 a 15 km/h. Os estudos suecos atestaram maior redução de velocidade, provavelmente pelo fato de que lá a velocidade é maior; portanto, a velocidade em pistas secas na Noruega é menor do que na Suécia. Apesar de a velocidade ser menor durante o inverno, normalmente a redução da velocidade não é tão intensa a ponto de a distância de frenagem ser igual à que ocorre nas pistas secas (Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen, 1972; Ruud, 1981; Öberg, 1981; Sakshaug e Vaa, 1995). De acordo com Ragnøy (2008), a velocidade ao dirigir nas vias durante o inverno é em média 20 a 25% maior do que deveria ser para se conseguir a mesma distância de frenagem que ocorre em pistas secas. Outras formas de adaptação que muitos condutores fazem ao dirigir nas vias durante o inverno são principalmente utilizar pneus de neve (dependendo da frequência com que se tem que dirigir durante o inverno), adiar ou cancelar a viagem e aumentar a atenção (Bjørnskau, 2011).

Em muitos estudos, o risco de acidentes é maior em vias cobertas de gelo ou neve do que em vias secas. Isso está documentado em um conjunto de estudos escandinavos e norte-americanos (entre eles Roosmark et al., 1976; Schanderson, 1988; Sävehed, 1995; Andreescu e Frost, 1998; Kulmala e Rämä, 1995; Norrman, Eriksson e Lindqvist 2000; Knapp et al. 2000; Andrey et al. 2001; Khattak e Knapp 2001; Johansson 2002; Sugget 2003; An-

drey et al. 2003; Eisenberg e Warner, 2005; Zhang et al., 2005; Niska, 2006; Qui & Nixon 2008; Stern, 2010; Usman et al., 2010; Strong et al., 2010).

Qui e Nixon (2008) efetuaram uma meta-análise de um grande número de estudos relacionados a condições climáticas e acidentes. A análise mostra que a relação entre gelo/neve e acidentes foi reduzida ao longo do tempo. Os estudos do período entre 1950 e 1979 apontaram um aumento de 113% de risco durante a precipitação de neve, ao passo que os estudos do período entre 1990 e 2005 apontaram um aumento de 47% de risco durante a precipitação de neve.

Pavimentos escorregadios são particularmente um fator de risco para colisões (consulte, por exemplo, Andersson, 2010, Andreescu e Frost, 1998; Bjørnskau, 2011; Wallman et al., 2005; Öberg, 2004; Qiu e Nixon, 2008). O risco relativo de acidentes (quando o risco de acidentes em pavimentos secos é definido como 1) é, de acordo com Vaa (1995, 1996), 1,3 em pavimentos úmidos, 1,5 ao dirigir em pavimentos cobertos com neve parcialmente derretida, 2,5 em neve sólida e 4,4 em neve solta e em pavimento coberto por gelo. Em um pavimento com camada fina de gelo, o risco de acidentes é cerca de 10 vezes maior que em pavimento seco (Norem, 2009).

O **nível de gravidade** nos acidentes diminui quando se dirige no inverno, e, em sua maior parte, são os acidentes menos graves que aumentam porque a velocidade é reduzida. Com relação a acidentes com feridos e acidentes fatais, os resultados variam de acordo com o estudo. Alguns atestam uma redução dos acidentes mais graves, enquanto outros atestam uma redução no número de acidentes fatais (Bjørnskau, 2011; Eisenberg & Warner, 2005; Khattak e Knapp, 2001; Koetse & Rietveld, 2009; Strong et al. 2010). De acordo com a meta-análise de Qui e Nixon (2008), a condução nas vias durante o inverno (neve/gelo) gera um aumento de 84% no risco de acidentes em todos os níveis de danos (incluindo os acidentes com danos materiais), um aumento de 75% no risco de acidentes com feridos e um aumento de 9% em acidentes fatais. Strong et al. (2010, p. 696) concluem, entretanto, que o número de acidentes fatais diminui nas vias durante o inverno, mesmo com o número total de acidentes maior. Niska (2006) apontou que o nível de gravidade diminui para acidentes envolvendo apenas o próprio veículo, o que é explicado pela velocidade reduzida e pelo fato de que os canteiros de neve impedem as colisões com árvores e similares, e faz com que o terreno lateral à pista se torne mais bem transitável.

Por outro lado, de acordo com Niska (2006), os acidentes ficam mais graves porque os veículos sempre sofrem derrapagem e se envolvem mais em colisão lateral do que em colisões traseiras quando a pista está escorregadia e porque as pessoas dentro do veículo estão menos protegidas durante as colisões laterais do que em colisões frontais.

O aumento da frequência do risco de acidentes ao dirigir nas vias no inverno depende da frequência em que há neve ou gelo na pista. Quanto mais raro for o tráfego nas vias durante o inverno, maior será o aumento no risco de acidentes quando houver tráfego nestas vias durante o inverno. O aumento é maior para os tipos de tráfego de maior risco quando em condições normais. Isso foi demonstrado em vários estudos (Norem, 2009; Ragnøy, 2005; Wallman et al., 2006). Elvik (2006) desenvolveu a figura 2.5.1 com base nos dados suecos coletados de Niska (2006).

A relação entre a aderência e os acidentes, junto com o efeito da medida de manutenção das vias durante o inverno, parece diminuir ao longo do tempo (Bjørnskau, 2011; Qiu e Nixon, 2008). As explicações prováveis são que muitos veículos possuem sistemas de apoio à direção, como o programa eletrônico de estabilidade (ESP), que faz com que a direção seja mais segura em condições de aderência ruins, e que a manutenção das vias no inverno se modificou ao longo do tempo.

Na Noruega entre 2006 e 2011, a taxa de vítimas fatais ou feridas em vias cobertas com gelo ou neve

parcial ou totalmente foi de 21%. A taxa de vítimas fatais ou gravemente feridas nas vias cobertas com gelo ou neve parcial ou totalmente foi de 9,9%, enquanto essa taxa em pistas secas foi de 11,4%. Com isso, a taxa de vítimas fatais ou gravemente feridas é 7% menor em vias cobertas com neve ou gelo do que em pistas secas. Nas vias com limite de velocidade em 70 km/h ou acima, a taxa de vítimas fatais de todos os acidentes é 26% menor em pista com neve ou gelo do que em pistas secas, a taxa de acidentes graves é 20% menor e a taxa de acidentes leves é 4% maior.

A manutenção das vias no inverno tem como objetivo reduzir o número de acidentes durante o inverno com a remoção de neve e gelo da pista e, com isso, melhorar as condições de aderência.

Descrição da medida

As principais medidas de manutenção das vias no inverno são desobstrução da neve, aplicação de areia e aplicação de sal. As diretrizes para a utilização dessas medidas nas rodovias nacionais estão estabelecidas, como padrão, para as operações e manutenções realizadas pela Administração de Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesen, Håndbok 111, 2012). Na Noruega, a rede viária é dividida em cinco classes de manutenção das vias no inverno, de acordo com sua condição:

A. pavimento (seco ou úmido);

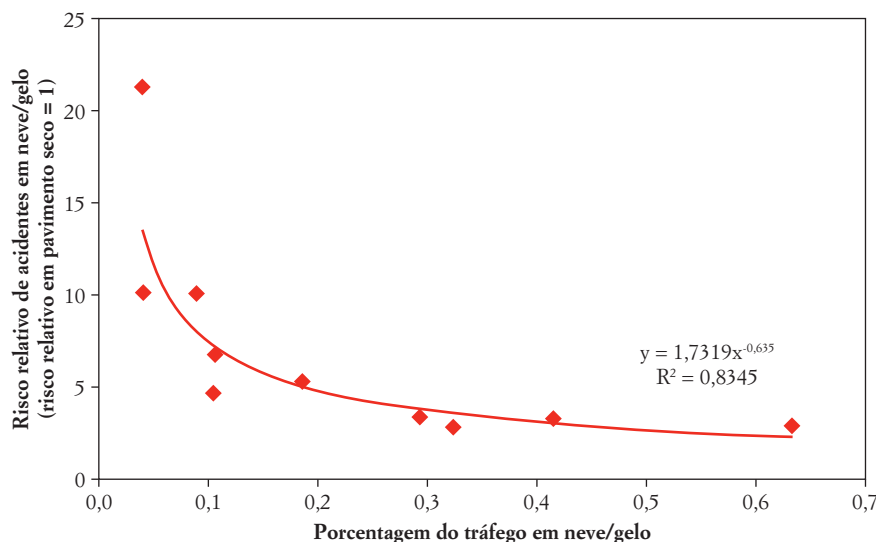


Figura 2.5.1: Risco relativo ao dirigir durante o inverno em função da porcentagem do tráfego nas vias durante o inverno (risco relativo em pavimento seco = 1; Elvik, 2006, com base em Niska, 2006).

- B. pavimento (seco ou úmido), neve sólida/gelo fora da pista por período limitado;
- C. pavimento (seco ou úmido) em períodos amenos e neve sólida/gelo em períodos frios;
- D. neve sólida/gelo;
- E. neve sólida/gelo; aderência abaixo de 0,20; não utilizado na rodovia.

A classe da manutenção das vias durante o inverno é escolhida principalmente de acordo com o volume de tráfego em um trecho da via. Adicionalmente, são considerados a categoria da via, a composição do tráfego, o padrão geométrico, etc.

O sal é utilizado na classe de manutenção das vias no inverno A e B como medida preventiva e para mantê-las e restaurá-las. Em vias da classe de manutenção C e D, o sal pode apenas ser utilizado em condições especiais para prevenir que elas se tornem escorregadias por causa de gelo de camada fina ou geada. Se não, utiliza-se a areia. As exigências para a manutenção das vias no inverno estão descritas detalhadamente na Statens vegvesen (2012).

Neste capítulo descreve-se o efeito nos acidentes por meio das seguintes medidas que são uma parte da manutenção das vias no inverno:

- desobstrução de neve;
- aplicação de areia em locais escorregadios;
- aplicação de sal;
- aumento da prevenção;
- aumento geral do padrão da manutenção das vias no inverno;
- cercas de proteção contra neve em trajetos com risco de rajadas de neve;
- sistema de degelo instalado permanentemente.

A manutenção de calçadas, faixas de pedestres e ciclovias durante o inverno é estudada no capítulo 2.6.

Impacto sobre os acidentes

Como mencionado anteriormente, a medida de manutenção das vias no inverno é executada após o início da neve (desobstrução, aplicação de areia) ou quando é anunciada a condição climática que pode causar a diminuição da aderência (aplicação de sal preventiva). Se a medida não for executada, a diminuição da aderência leva normalmente a um aumento no risco de acidentes (Schanderson, 1986; Sävenhed, 1994). No período antes da medida, o risco de acidentes aumenta substancialmente

como consequência da má condição de dirigibilidade constante. Imediatamente após a introdução da medida, o risco cai substancialmente. Em seguida, o risco diminui lentamente até o nível aproximado anterior ao da condição ruim. A partir disso, ocorre que o efeito calculado de uma medida de manutenção das vias no inverno depende significativamente de qual período que está sendo considerado. O efeito é imediatamente maior após a medida, mas é diminuído se for considerado num período mais longo. O efeito por toda uma estação de inverno depende da frequência da queda de neve ou da ocorrência das condições climáticas que desencadeiam a medida de manutenção das vias no inverno e de quão rapidamente a medida pode ser efetuada.

Outro fator que tem influência no efeito da medida de manutenção das vias no inverno é o **limite da velocidade** (Bjørnskau, 2011). A velocidade geralmente aumenta quando o pavimento está seco em comparação com um pavimento coberto de neve ou gelo. Mas em vias com limite de velocidade elevado, geralmente a velocidade aumenta mais quando o pavimento está seco (ao invés de coberto por gelo ou neve) do que em vias com limite de velocidade baixo. Em vias com limite de velocidade elevado, pode ocorrer que o aumento de velocidade seja tão elevado que ele compensa a redução do risco que se deve à melhoria da aderência e que aumenta o número de acidentes graves.

Padrões e prevenção da manutenção

Em todos os países nórdicos, as vias públicas são divididas em classes de manutenção, em primeiro lugar com base no volume de tráfego e na importância da via no sistema de transportes. Geralmente são divididas em três ou quatro classes de manutenção. As exigências da manutenção no inverno das vias da classe de manutenção superior são mais rígidas do que para as vias de classe de manutenção inferior. **O aumento do padrão de manutenção com a classe I** demonstrou em estudos anteriores (Bertilsson, 1987; Eriksen & Vaa, 1994; Ragnøy, 1985; Schanderson, 1988) diminuir o número de acidentes com vítimas em 12% [-14; -10] e o número de acidentes com danos materiais em 30% [-32; -29]. O fato de se encontrar uma maior queda no número de acidentes com danos materiais do que no número de acidentes com vítimas deve ser porque o ato de dirigir nas vias no inverno aumenta o risco de acidentes com danos materiais mais que os riscos de acidentes com vítimas (Hvoslef, 1976).

Em uma pesquisa sueca (Björketun, 1983) foram pesquisados os efeitos nos acidentes à noite por meio de duas medidas de **manutenção preventiva da via**. Uma das formas era o estabelecimento de um caminhão de sal para patrulhar a via durante esse período. A outra forma era um sistema de alerta em que um agente acompanhava de perto as notificações de trânsito e do clima. Os dois sistemas mostraram reduzir o número de acidentes em uma média de 8% [-14; -1].

Um estudo norte-americano (Ye et al., 2013) apontou que um aumento dos custos para a manutenção das vias durante o inverno reduz o número de acidentes quando se controla o volume de tráfego, a extensão do trecho e as condições climáticas. O efeito estimado de um aumento das despesas em X%, contudo, depende do valor do aumento das despesas no ponto anterior ao da medida, e o resultado não pode ser generalizado.

Desobstrução da neve

Um estudo antigo (Schandersson, 1986) descobriu uma grande, mas incerta, redução do número de acidentes: 35% [-59; +3] nas primeiras 24 horas após a desobstrução. Em contrapartida, Fu et al. (2005) apontaram que o número de acidentes não é influenciado nem pela triplicação do número de quilômetros de via que devem ser desobstruídos nem pela desobstrução ou não-desobstrução de uma via. Esse estudo calculou modelos de acidentes em que o número de acidentes diário no trecho é a variável dependente. O número de quilômetros de via onde se aplicam diferentes medidas de manutenção das vias no inverno são variáveis independentes. Além disso, ele é controlado estatisticamente pela condição climática (pluviosidade e temperatura). O efeito da desobstrução no número de acidentes é, por conta disso, incerto.

Aplicação de areia

Os resultados são mais ou menos parecidos com os da desobstrução da neve. Um estudo antigo (Schandersson, 1986) descobriu que, nas primeiras 24 horas após a aplicação de areia, ocorria uma redução elevada, mas incerta, no número de acidentes. Por outro lado, não foi descoberto nenhum efeito ao triplicar o número de quilômetros em que a areia deveria ser aplicada. Para a utilização ou não-utilização da medida (Fu et al., 2005), o efeito é incerto.

Em um dos dois trechos foi encontrada uma diminuição no número de acidentes de 49% [-69; -17]; no outro trecho não foi encontrado nenhum efeito significativo no número de acidentes. Por conta disso, o efeito é incerto.

Aplicação de sal

Antigos estudos com relação à introdução da aplicação de sal (Lie, 1981; Nilsson & Vaa, 1991; Øberg, 1994; Sakshaug & Vaa, 1995) e à suspensão da aplicação de sal (Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen, 1972; Øberg et al., 1985; Kallberg, 1993; Vaa, 1996) indicam um efeito de segurança positivo da aplicação de sal. Ao introduzir a aplicação de sal durante toda a estação de inverno, descobriu-se uma redução no número de acidentes com vítimas de 15% [-22; -7] e uma redução no número de acidentes com danos materiais de 19% [-39; +6]. Ao suspender a aplicação de sal durante toda a estação de inverno, descobriu-se um aumento no número de acidentes com vítimas em 12% [-3; +30] e um aumento de acidentes com danos materiais em 1% [-15; +21]. Em rodovias menores, o número de acidentes não foi muito modificado. Um estudo mais recente, que comparou o risco de acidentes em vias que sofreram e não sofreram a aplicação de sal e ao mesmo tempo eram controladas por uma sequência de outros fatores (Fu et al., 2005), não descobriu nenhum efeito da aplicação de sal. Outro estudo mais recente, que comparou o número de acidentes e sua seriedade em vias que sofreram e não sofreram a aplicação de sal, também não descobriu nenhuma diferença (Crimson & Martin, 2008). Aqui, contudo, elas não foram controladas por outros fatores como, por exemplo, as condições climáticas.

Os resultados que divergem entre pesquisas que encontraram efeitos de segurança positivos da aplicação de sal podem provavelmente ser esclarecidos total ou parcialmente pelas diferenças entre as vias que sofreram a aplicação de sal e aquelas que não sofreram, velocidade média, padrão da via e volume de tráfego (Elvik, 2003). As vias que sofreram a aplicação de sal normalmente têm limites de velocidade, padrão de via e volume de tráfego maiores que os das vias que não sofreram.

Aplicação de sal e limites de velocidade: as primeiras pesquisas de aplicação de sal, especialmente a pesquisa finlandesa de 1975 (Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen, 1972), foram executadas em vias com velocidade livre. Os resultados indicam um aumen-

to do número de acidentes com vítimas. Acredita-se que os limites de velocidade desestimulam a tendência do condutor em aumentar a velocidade quando ocorre a melhoria das condições de aderência.

Um estudo sueco (Norem, 2009) apontou que o risco de acidentes nas partes sul da Suécia é menor nas vias que receberam aplicação de sal do que nas vias que não receberam. No norte da Suécia é o inverso: o risco de acidentes é maior em vias que receberam a aplicação de sal do que nas vias que não receberam. O estudo não foi controlado pelos fatores como padrão da via e volume de tráfego e, por conta disso, é incerto em qual grau as diferenças se devem à aplicação de sal ou a outros fatores. Uma possível explicação é que os limites de velocidade no norte da Suécia são maiores e que a velocidade, por conta disso, é superior em pavimentos secos do que as do sul da Suécia (Bjørnskau, 2011). Outras possíveis explicações atestam que é sempre muito frio no norte da Suécia, de maneira que o sal tem um efeito de segurança favorável (Norem, 2009) e que os condutores, em grande parte, estão dispostos a conduzir em pavimentos cobertos de gelo e neve.

Aplicação de sal e clima: o efeito da aplicação de sal para a aderência depende da temperatura e da quantidade de neve e gelo. A aplicação de sal tem efeito negativo em baixas temperaturas e quando há muita neve. Como base nos resultados do norte da Suécia, Norem (2009, p. 53) conclui que há motivos para recomendar areia umidificada com calor (areia consistente) quando a temperatura no pavimento da via está abaixo de -8°C em mais que 20% do tempo. Em grandes quantidades de neve, a aplicação de sal não pode remover a neve, mas na verdade reduz a aderência integrada da neve, algo que pode levar à diminuição da aderência causada pela aplicação de sal. Por isso, em queda intensa de neve é recomendável a remoção mecânica (desobstrução).

Aplicação de sal e frequência com que o pavimento fica escorregadio: muitos estudos mostraram que o risco é maior em vias que raramente ficam escorregadias do que em vias que sempre estão escorregadias (veja acima em Problema e finalidades). Se a medida não consegue manter o pavimento seco todo o tempo, a pergunta, por conta disso, é se o aumento do risco nesses períodos em que o pavimento está escorregadio, apesar da manutenção das vias no inverno, leva a um aumento de acidentes que compensa a redução do risco nesses períodos em que o

pavimento está seco ao invés de coberto de neve ou gelo (Bjørnskau, 2011). Análises baseadas em dados suecos apontam que a segurança é mais comprometida quando a taxa do tráfego existente nas vias durante o inverno é de cerca de 30% (Norem, 2009). Se for introduzida a aplicação de sal em uma via que é escorregadia 30% do tempo e que se pretende mantê-la sem neve e gelo abaixo de 20% do tempo pela aplicação de sal, pode-se, portanto, esperar que o número de acidentes diminua. Se, por outro lado, for introduzida a aplicação de sal em uma via que é sempre escorregadia e que se pretende que fique somente cerca de 30% do tempo escorregadia pela aplicação de sal, pode ocorrer que o número de acidentes aumente (Norem, 2009).

Aplicação preventiva de sal: a aplicação preventiva de sal reduz o número de acidentes de acordo com Fu et al. (2005) em cerca de 1%. De acordo com Gilfillan (2000), o número total de acidentes durante ou após a queda de neve é 30% menor [-47; -8] em pistas que sofreram a aplicação de sal de maneira preventiva do que em pistas onde são utilizadas aplicações de sal ou areia após a queda de neve. O número de acidentes relatados à polícia, entretanto, é mais ou menos modificado (-3% [-43; +63]).

Consequência da aplicação de sal no verão: a aplicação de sal no inverno pode levar a mais derretimento de gelo e, com isso, criar rachaduras nas vias, algo que pode ter um efeito negativo na segurança no verão porque o pavimento irregular da via aumenta o risco de acidentes (Bjørnskau, 2011).

Outras consequências da aplicação de sal: a aplicação de sal pode influenciar tanto no desgaste das vias (criação de fissuras) quanto dos veículos (pneu e freios, por exemplo) e nas condições de visibilidade entre os vidros, os faróis e as placas de trânsito. Isso pode influenciar a segurança; entretanto, não foram encontrados estudos empíricos que quantifiquem essas consequências.

Aplicação de areia

Com relação à aplicação de areia, foi descoberta no estudo uma redução de acidentes elevada, mas incerta, nas primeiras 24 horas. Em outro estudo, os resultados da aplicação de areia são muito incertos. Um efeito possível pela redução de acidentes foi apenas descoberto em um dos trechos (Fu et al., 2005).

Há embasamento para acreditar que o efeito da aplicação de areia diminui consideravelmente durante o tempo, porque a areia desaparece quando os veículos passam. Uma pesquisa sueca (Öberg, 1978) apontou que a aplicação de areia possibilitava um aumento no coeficiente de aderência de cerca de 0,1 a partir de um nível anterior de cerca de 0,2-0,3. A velocidade aumentou em média cerca de 2,4 km/h. Mesmo assim, alcançou-se uma redução da distância de parada de cerca de 8 metros (correspondente a cerca de 10% da diminuição). Após a passagem de cerca de 300 veículos, a maior parte da areia foi removida da via. Por conta disso, o efeito na aderência e na distância de parada desapareceu. Isso mostra que a aplicação de areia deve ser feita repetidamente para manter o efeito nas vias com muito tráfego.

Cercas de proteção contra neve

Uma pesquisa americana (Tabler e Furnish, 1982) sobre um trecho em declive acentuado, onde a rodovia estava sempre em risco de sofrer rajadas de neve, mostra que o número de acidentes (com danos materiais e vítimas) sob fortes ventos e rajadas de neve diminuiu em 11% [-24; +6] quando cercas de proteção contra neve protegeram 50% da via. O número sobre o efeito nos acidentes é incerto. A via pesquisada sofria especialmente o risco de rajadas de neve. Não foi considerado um eventual efeito de regressão no número de acidentes. Por conta disso, de modo geral a validade do resultado da pesquisa é incerta.

Sistema de degelo instalado permanentemente em pontes

Uma pesquisa americana (Birst e Smadi, 2009) atestou uma redução no número de acidentes em 50% [-66; -26] em várias pontes onde foi instalado um sistema que automaticamente despeja produtos químicos no pavimento e que controla as informações do sensor no asfalto em uma estação climática. Entretanto, é um simples estudo de etapa anterior e posterior, sem grupo de controle. Não é controlado pela condição climática ou por outros fatores que poderiam ter influenciado no número de acidentes.

Impacto na mobilidade

A manutenção das vias durante o inverno tem grande importância para a mobilidade. Uma mobilidade

de qualidade é o principal objetivo da maioria das medidas de manutenção das vias durante o inverno. Sob períodos de neve, os estudos noruegueses descobriram reduções de velocidade entre cerca de 5 e 15 km/h. Os estudos suecos descobriram maiores reduções de velocidade, algo que possivelmente pode ser explicado pelo fato de que os limites de velocidade e também a velocidade no pavimento seco são maiores na Suécia que na Noruega (Bjørnskau, 2011). A distância de segurança entre veículos também fica maior sob condições de neve (Ruud, 1981; Möller, Wallman e Gregersen, 1991).

Uma série de pesquisas estudou como diferentes medidas de manutenção das vias durante o inverno influenciam a velocidade (Kilpeläinen e Summala, 2007; Möller, Wallman e Gregersen, 1991; Ruud, 1981; Sakshaug e Vaa, 1995; Wallman et al., 2005; Öberg, 1981; Öberg et al., 1985, 1991). Estas pesquisas indicam que a medida de manutenção das vias durante o inverno aumenta a velocidade média do tráfego em até 7 km/h. O aumento da velocidade depende do nível da melhoria que as medidas realizam nas condições de aderência.

Sob condições climáticas ruins, os condutores podem escolher entre cancelar ou adiar uma viagem que, caso contrário, teriam realizado. Diferentes pesquisas chegaram a resultados contraditórios a respeito de quão comum é um ajuste de comportamento. Uma pesquisa sueca concluiu que o volume de tráfego em uma via coberta de neve era 1 a 5% menor que na mesma via seca. Outra pesquisa sueca (Möller, Wallman e Gregersen, 1991), em que se estudou a variação do volume de tráfego durante todo o dia, não descobriu nenhum sinal de que o volume de tráfego de veículos diminuiu sob condições de neve. O número de ciclistas, por outro lado, era bem sensível com relação às condições climáticas.

Foi realizada uma série de pesquisas com perguntas que indicam que alguns condutores cancelam a viagem devido às condições ruins das vias e do clima no inverno. Em uma pesquisa norueguesa no inverno de 1986 (Gabestad, Amundsen e Skarra, 1988), em que uma amostra representativa da população acima de 15 anos recebeu um questionário pelo correio, 9% responderam que tinham cancelado uma ou mais saídas de automóvel durante o inverno. A pesquisa sobre o hábito de viajar que englobou todo o país em 1984-1985 (Stangeby, 1987) apontou que o número médio de viagens canceladas (veículos e outros meios de transporte) durante o inverno representou mais do que 10% dos usuários. As entrevistas no in-

verno de 1985-86 e 1986-87 apontaram que 6% dos entrevistados na Noruega declararam que tinham cancelado ou adiado uma ou mais viagens por motivos das condições climáticas e das condições ruins da via (Gabestad, Amundsen e Skarra, 1988). Um questionário na Finlândia apontou que os condutores que souberam das condições difíceis de dirigibilidade antes da viagem, sempre escolhiam cancelar a viagem, diferentemente dos outros condutores, especialmente se a viagem tinha como propósito atividades ao ar livre (Kilpeläinen e Summala, 2007).

Impacto no meio ambiente

As medidas de manutenção das vias durante o inverno, especialmente a aplicação de sal, podem ter uma série de efeitos nas condições do meio ambiente.

Terra e água: a aplicação de sal na via aumenta significativamente a quantidade de sal na água subterrânea e no solo próximo à via (Bäckman, 1980; Johansson Thunqvist, 2003; Öberg et al., 1985, 1991). Quanto mais perto da via, maior é o aumento. A aplicação de sal também pode aumentar a quantidade de sal e metais pesados nos lagos, rios e bacias (Amundsen et al., 2010).

Vegetação: foram evidenciados danos na vegetação como consequência do aumento da quantidade de sal na terra e na água, combinado com a aplicação de lama misturada com sal nas árvores localizadas perto da via. (Bäckman, 1980; Aronsson et al., 1995). Öberg et al. (1991) descobriram um aumento de árvores mortas em 750% e uma redução do número de árvores jovens em 50%. Tendo em vista que diferentes vegetações reagem de maneira diferente no contato com o sal, a aplicação de sal pode modificar a vegetação ao lado das vias (Brod, 1993).

Rodovias: a aplicação de sal aumenta o desgaste do pavimento, especialmente porque uma maior parte do tráfego se realiza em pavimentos úmidos (Öberg et al., 1985, 1991). O atrito do pneu de neve em superfície úmida é cerca do dobro do atrito em superfície seca. O sal desgasta as construções de concreto (Arnfelt, 1943), o que pode afetar as pontes (Öberg et al., 1985). Em vias que sofreram a aplicação de sal, deve-se, por conta disso, esperar um aumento da necessidade de manutenção das pontes durante os invernos.

Veículos: o sal contribui para um aumento da ferrugem nos veículos (Öberg et al., 1991). O efeito

é difícil de ser isolado, tendo em vista que muitos fatores influenciam no processo de corrosão dos veículos. Estudos sobre placas de aço não tratadas que foram expostas à aplicação de lama misturada com água salgada durante um inverno mostram que o processo de corrosão pode ser triplicado ou até mesmo quintuplicado. Com relação a veículos tratados contra corrosão, o efeito do processo de corrosão é duplicado.

Muitos condutores têm uma postura crítica com relação à aplicação de sal nas vias. Em uma pesquisa norueguesa no inverno de 1992-1993 (Holt, 1993), 65% dos condutores declararam-se total ou parcialmente em desacordo com a alegação de que “a aplicação de sal é desejável” e apenas 19% consideraram o aumento na aplicação de sal como muito importante ou pouco importante. Uma pesquisa de 2010 realizada pela NAF demonstrou resultados parecidos (Bu, 2010). Dentre os pesquisados, 66,3% acham que há muita aplicação de sal e apenas 27% são total ou parcialmente de acordo com a afirmação de que “a aplicação de sal é importante para a segurança e para a mobilidade”. Dentre os entrevistados, 61,7% dizem que o sal das vias leva à corrosão nos veículos.

Custos

Não foi encontrado um número atual relativo aos custos para a manutenção das vias durante o inverno. Os custos da manutenção das vias durante o inverno variam dependendo do volume de tráfego nelas, o número de habitantes, o padrão da manutenção e se é realizada a aplicação de sal na via.

Avaliações de custo-benefício

Foi executada uma série de análises de custo-benefício de diferentes medidas dentro da manutenção das vias durante o inverno na Noruega, Dinamarca e Suécia.

Uma análise sueca (Öberg, 1978) da **aplicação de areia** mostrou que o benefício da aplicação de areia, conforme se tornou prática na Suécia nos anos 70, provavelmente excede os custos. O benefício compreende uma redução dos custos de acidente e uma redução do tempo de viagem. Acredita-se que os efeitos sobre os acidentes por meio da aplicação de areia eram tão significativos quanto o efeito do pneu de neve.

Uma análise dinamarquesa da **aplicação de sal** (Vejdirektoratet, 1979) concluiu que a medida certa-

mente não é rentável socioeconomicamente. Na análise, foi previsto que a aplicação de sal não tinha nenhum efeito nos acidentes. Os efeitos do benefício consistiam em economia de tempo de viagem e uma redução no consumo de combustível. Os custos estavam interligados à aplicação de sal, aumento da corrosão em veículos e aumento da necessidade de manutenção de pontes e rodovias.

Uma análise norueguesa (Gabestad e Ragnøy, 1982) abordou **diferentes estratégias na manutenção** de vias durante o inverno, bem como diferentes determinações sobre o uso do pneu de neve. No total, foram 10 estratégias diferentes apreciadas com relação às consequências nos custos referentes aos condutores e às autoridades de trânsito. Foram apresentados os seguintes custos relacionados aos condutores: custos em acidentes, custos de tempo, custos de combustível, custos de corrosão, custos para a inserção de tachas no pneu e prejuízo por viagens canceladas por motivos das condições de dirigibilidade. Foram apresentados os seguintes custos relacionados às autoridades de trânsito: custos do recapeamento, custos da sinalização da via, custos da limpeza das placas, custos para aumentar a manutenção de pontes no inverno e custos para aplicação de areia e aplicação de sal. Economias líquidas anuais foram atingidas por meio das seguintes estratégias:

- Proibição do pneu de neve combinada com o aumento da aplicação de sal. A estratégia permitiu que as autoridades de trânsito tivessem uma economia líquida porque a queda nos custos de recapeamento foi superior ao aumento dos custos da aplicação de areia e de sal. Para os condutores, a estratégia permitiria que houvesse uma economia líquida apenas se todas as vias com tráfego diário anual acima de 1.000 veículos sofressem a aplicação do sal (onde o clima possibilitasse).
- Proibição do pneu de neve combinada com o aumento da aplicação de areia. Esta estratégia foi calculada para permitir uma economia tanto para os condutores quanto para as autoridades de trânsito. A estratégia não acarreta nenhum aumento dos custos de corrosão para os condutores. Por outro lado, acredita-se que aplicação de areia tenha menos efeito nos acidentes do que a aplicação de sal.
- Proibição do pneu de neve combinada com um melhor padrão de desobstrução de gelo e neve. A estratégia permitiu uma economia tanto para os condutores quanto para as autoridades de trânsito.

- Suspensão da aplicação de areia e da aplicação de sal e continuação da utilização diária do pneu de neve. A economia provém primeiramente da redução dos custos de corrosão.

Na Suécia, a relação entre benefício e custos ao **suspender a aplicação de sal** nas vias foi calculada com base nos resultados de uma pesquisa em que a aplicação de sal de tais vias foi suspensa durante um experimento (Öberg et al., 1985). O estudo mostrou que o benefício em suspender a aplicação do sal foi maior que os custos. A redução dos custos de corrosão consistiu em 97% do benefício, enquanto o aumento dos custos de acidentes consistiu em 93% dos custos.

Duas pesquisas norueguesas sobre **manutenção reforçada das vias** durante o inverno em Ytre Ringveg, Trondheim (Eriksen e Vaa, 1994; Vaa, 1996) indicam que a economia relacionada aos acidentes é superior aos sobrecustos da medida. Contudo, não foram calculados os possíveis aumentos dos custos de corrosão e efeitos no meio ambiente por motivos da aplicação de sal.

Em 1997 foi realizada uma análise de custo-benefício da manutenção das vias durante o inverno em diferentes classes de manutenção (Elvik et al., 1997). A análise indica que o benefício do padrão diário da manutenção das vias durante o inverno é maior que os custos na maioria das rodovias. O benefício compreende a economia relativa aos acidentes, economia de tempo e custos de manutenção dos veículos. Os custos compreendem custos interligados às medidas. Os efeitos no meio ambiente, corrosão no veículo e aumento da necessidade de manutenção nas vias não foram considerados na análise. Uma pesquisa britânica concluiu que a aplicação de sal tem um índice de custo-benefício (Thornes, 2000).

É difícil tirar conclusões gerais com base nas análises de custo-benefício mencionadas acima. As análises estão desatualizadas e baseadas em hipóteses que não estão corretas nos dias de hoje. Nenhuma delas considera os efeitos da aplicação de sal no meio ambiente. É discutível se algumas das análises de custo-benefício anteriores são representativas para os conhecimentos de hoje, assim como o valor que a comunidade atribui a diferentes efeitos da medida de manutenção das vias durante o inverno.

Uma análise de custo-benefício dos EUA (Strong e Shi, 2008) aponta que a utilização das informações

climáticas aprimoradas pode deixar a manutenção das vias durante o inverno mais rentável. No exemplo estudado, o índice de custo-benefício foi 11.

O sistema de degelo instalado permanentemente pode ser rentável, de acordo com um estudo da literatura. Este tipo de sistema acarreta altos custos, e a efetividade dos custos depende, entre outras coisas, do investimento, da condição climática, da localização da via e da acessibilidade às informações climáticas (Shi et al., 2007).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para as medidas

Para as rodovias nacionais e estaduais são executadas todas as manutenções de inverno de acordo com contratos de manutenção individuais. Geralmente, eles têm 5 anos de duração. A medida de manutenção de inverno em rodovias nacionais e estaduais é efetuada quando são cumpridos os critérios de necessidade de acordo com o padrão das manutenções e operações da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesen, Håndbok 111, 2003). Os critérios de necessidade são ajustados de acordo com o volume de tráfego. Em vias municipais, muitos municípios desenvolveram seus próprios padrões de manutenção. A polícia em cada município pode impor aos proprietários de prédios residenciais ou comerciais a realização da manutenção de inverno nas calçadas e vias de acesso local que levam a esses locais, tanto nas cidades quanto em regiões urbanas.

Requisitos e procedimentos formais

As diretrizes para a manutenção das vias durante o inverno são determinadas pelo contrato de manutenção e manual 111.

Responsabilidade pela execução da medida

A autoridade das vias é responsável pela execução da manutenção das rodovias durante o inverno e das vias municipais. O Estado é responsável pela manutenção das rodovias e das vias locais, incluindo as ciclovias e as vias dos pedestres que se encontram ao longo das rodovias. O governo estadual é responsável pela manutenção de inverno das rodovias estaduais. Na prática, as rodovias estaduais também são

mantidas pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega por meio de contratos de manutenção. O município tem responsabilidade pela manutenção das vias municipais durante o inverno.

2.6 MANUTENÇÃO DAS ÁREAS CIRCULAÇÃO DE PEDESTRES E CICLOVIAS NO INVERNO

O capítulo foi revisado em 2011 por Gudrun Öberg (VTI)

Problema e finalidades

A estatística oficial sobre os acidentes de tráfego está limitada a acidentes em que pelo menos um veículo está envolvido. Por veículos entende-se bicicletas e motorizados. Os registros de acidentes em hospitais e centros médicos apontam que ocorre um grande número de acidentes com vítimas envolvendo queda de pedestres (Ragnøy, 1985; Lund, 1989; Hagen, 1990; Borger, 1991; Elvik, 1991; Guldvog, Thorgersen e Ueland, 1992; Öbergm.fl., 1996; Öberg, 2011). Cerca de 75% dos acidentes de queda ocorreram nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (Borger, 1991). De acordo com estudos suecos, o número de pedestres acidentados no inverno é de três a quatro vezes maior que no verão (Öberg, 2011).

A estimativa da quantidade de pedestres que se acidentam por quedas varia entre os estudos. O número de pedestres acidentados na Noruega em 1991, por exemplo, é estimado em 17.750 por Borger (1991), cerca de 32.000 por Guldvog, Thorgersen e Ueland (1992) e 37.370 por Elvik (1991). A diferença entre os números provavelmente se deve às diferentes definições de acidentes, bem como os diferentes métodos de avaliação do número nacional com base nos registros de acidentados do Instituto Nacional de Saúde Pública. Contudo, acredita-se que o número de acidentes com quedas e feridos, seja qual for a definição, é maior que o número oficial de acidentes pessoais notificados obrigatoriamente por meio dos acidentados de trânsito (cerca de 11.000 a 12.000 por ano em 1991).

Na Suécia, o número de pedestres e ciclistas acidentados por 100.000 habitantes foi, respectivamente, 202 e 239 em 1994, de acordo com os dados da polícia e dos hospitais. Nos acidentes de trânsito notificados pela polícia no mesmo ano, os números corres-

pondentes foram, respectivamente, 20 e 40 (Öberget al., 1996). Além disso, entre os ciclistas acidentados, há uma grande porcentagem que não está representada na estatística oficial de acidentes. Muitos deles se acidentam em acidentes com o próprio veículo. (Öberget al., 1996; Thulin e Niska, 2009).

Em muitos acidentes com queda de pedestres, o solo escorregadio é um fator desencadeador. O número de acidentes com queda em que a neve e o gelo são indicados como fatores desencadeadores correspondeu a 35% de todos os acidentes de queda por ano (Lund, 1989, baseado no registro de acidentes do Instituto Nacional de Saúde Pública em 1985-86). A taxa de acidentes com queda causados por solo coberto de gelo ou de neve no inverno é estimada em até 83% (Ragnøy, 1985; Hagen, 1990; baseado nos dados dos centros médicos). Novos estudos suecos apontam basicamente para o mesmo resultado. A taxa de pedestres acidentados em solo coberto de neve ou gelo é estimada em até 35% de todos os acidentes com pedestres por ano, de acordo com Larsson (2009), e até 45%, de acordo com Öberg (2011).

Muitos acidentes com bicicleta também podem ter relação com o padrão da manutenção de inverno das rodovias e nas vias urbanas (Hvoslef, 1994). Na Suécia, a taxa de acidentes individuais com bicicleta ocorridos em pavimento escorregadio é de cerca de 70% no inverno e de 10% durante o ano (Thulin e Niska, 2009). O pavimento escorregadio é, entretanto, fator desencadeador menos frequente para acidentes com ciclistas do que para acidentes de queda entre os pedestres, porque o uso da bicicleta tem outra distribuição durante o ano, comparado à circulação de pedestres (são poucos os que utilizam a bicicleta no inverno).

A manutenção deficiente das áreas de circulação de pedestres e de ciclistas durante o inverno pode levar indiretamente a um aumento de acidentes de trânsito em que ciclistas ou pedestres são atropelados por veículos, tendo em vista que os pedestres e ciclistas escolhem se locomover em áreas de circulação de veículos quando percebem que a área para bicicletas e de passagem de pedestres está muito escorregadia. Quando a profundidade da neve é maior que 5 cm, cerca de metade dos ciclistas utiliza a faixa para veículos ao invés da ciclovia ou ciclofaixa para bicicletas (VTI Årsrapport 1990/1991). O número de acidentes que ocorrem deste modo é desconhecido.

A manutenção de inverno em ruas, calçadas, vias para bicicletas e pedestres ou outras áreas de pe-

destres pode, por conta disso, ter grande relevância para o número de acidentes de queda no inverno.

A manutenção das vias no inverno também pode ter relevância em relação à ocorrência de acidentes com pedestres e ciclistas. Os restos de areia nas vias aumentam o número de acidentes entre pedestres e ciclistas. Em abril, cerca de 15% dos acidentes individuais com bicicletas ocorreram por causa da areia na superfície da via. (Thulin e Niska, 2009; Öberg, 2011).

A manutenção das vias no inverno também pode ter relevância em relação à ocorrência de acidentes com pedestres. Este fato foi apontado em estudos do Japão (proibição de pneus com pregos; Ishida, 2006) e da Suécia (suspensão da aplicação de sal; Öberg, Gustafson e Axelson, 1991). Em pontos de ônibus, a via pode ficar escorregadia devido à frenagem dos ônibus, o que causa problemas para os pedestres (Hjort et al., 2008).

A manutenção de inverno nas calçadas, vias para bicicletas e pedestres e de outras áreas para circulação de pedestres deixará a locomoção nessas áreas tão atrativa durante o inverno como as áreas para circulação de veículos, uma vez que assegura aos pedestres e ciclistas uma melhor aderência sob todas as condições climáticas.

Descrição da medida

A manutenção de inverno das calçadas, das vias para bicicletas e pedestres e de outras áreas para circulação de pedestres (locais de parada de ônibus, cruzamentos, etc.) compreende desobstruir e limpar a neve, aplicar areia ou sal e aquecer a calçada para impedir que a neve congele e se fixe no pavimento.

Impacto sobre os acidentes

Foi encontrada apenas uma pesquisa que mediu diretamente os efeitos da manutenção de inverno aprimorada nas áreas de passagem de pedestres com relação aos acidentes de queda (Möller, Wallman e Gregersen, 1991). A pesquisa considerou uma área residencial na cidade Skellefteå, na Suécia, onde a manutenção de inverno foi reforçada por meio da desobstrução e aplicação de sal ou areia. A pesquisa apontou que o número de acidentes com queda *aumentou* em 57% após o reforço da manutenção de inverno (intervalo de confiança de 95% [+1%;

+145%]). Isso mostrou que a manutenção reforçada de inverno não foi suficiente para melhorar as condições de solo nas áreas de circulação para pedestres. A porcentagem do solo coberto de gelo e neve não diminuiu. Ressalta-se que as áreas de passeio ficaram *mais escorregadias* após intensificar a desobstrução. Isso pode ter ocorrido porque o lado inferior do limpador “vitrificou” a superfície onde ocorreu a desobstrução (Möller et al., 1991). Os pesquisadores recomendam desobstruir as áreas de circulação de pedestres com um limpador “canalado”, e não com um limpador liso na parte inferior do limpador.

Outras pesquisas podem indiretamente esclarecer os efeitos potenciais no número de acidentes de queda ao reduzir a porcentagem do solo coberto de neve ou gelo nas áreas de passeio. Uma pesquisa em Oslo (Ragnøy, 1985) apontou que a porcentagem de quedas que ocorreram em solo coberto de neve e gelo variou entre os seis distritos que dividem a cidade e que realizaram a manutenção de neve. O estudo apontou que o risco de acidentes com queda no inverno diminuiu quando foi reduzida a porcentagem das áreas de circulação de pedestres cobertas com gelo e neve. O risco de acidentes com queda é calculado por meio da soma do número de locais de trabalho e de habitantes por distrito que realiza a manutenção de neve.

Uma pesquisa sueca (Möller, Wallman e Gregersen, 1991) apontou que o risco de queda de pedestres é significativamente maior em pavimento coberto de neve e gelo do que em pavimento seco. O risco de acidentes com queda em pavimento coberto de neve e gelo era 5 vezes maior do que em pavimento seco em Gotemburgo e 7 a 10 vezes maior em Skellefteå. A taxa do tráfego de pedestres realizado em pavimento coberto de neve e gelo era entre 14 e 34% em Gotemburgo e entre 88 e 95% em Skellefteå. Em Linköping foram registradas 30 vezes mais ocorrências de pedestres acidentados e tratados em hospitais quando havia chuva congelada do que em um dia comum de inverno. Acredita-se que o risco de acidentes aumentou significativamente porque há muito menos pedestres nas vias em dias comuns de inverno.

Ambos os estudos apontam que a variação na porcentagem de acidentes com queda que ocorre em pavimentos cobertos com neve e gelo provavelmente reflete a variação na porcentagem do tráfego de pedestres que se sucede em tais condições. É plausível presumir que quanto mais tráfego houver de

pedestres em pavimentos cobertos de neve e gelo, maior será o risco total de acidentes de queda, juntando todas as condições de locomoção.

Outro estudo sueco (Öberg et al., 1996) aponta que o risco de acidentes com pedestres ou ciclistas em gelo e neve é maior quando há apenas uma pequena parte das vias que está coberta de gelo e neve do que quando a maior parte está coberta de gelo e neve. Quando há neve e gelo em mais de 75% das vias, a taxa de acidentes em neve ou gelo é de 87%. Quando há neve e gelo em menos de 25% das vias, a taxa de acidentes em neve ou gelo é ainda de 48%. Uma possível explicação é que uma pequena porcentagem de pessoas acredita que o solo esteja escorregadio quando há pouca neve ou gelo e, por conta disso, há menos cautela, algo que faz com que elas caiam mais facilmente ao passar por um pavimento escorregadio.

Baseado no mesmo estudo, a figura 2.6.1 mostra o risco de acidentes para pedestres e ciclistas em duas faixas etárias, tanto no verão quanto no inverno. “Pavimento seco” no inverno significa que há neve ou gelo em menos de 25% dos pavimentos. “Neve/gelo” no inverno significa que há neve ou gelo em mais de 75% dos pavimentos. Numa condição de inverno “mista” há neve e gelo em 25 a 75% dos pavimentos. A extensão de percurso estimada se baseia no levantamento do número de pedestres e ciclistas e no número de habitantes.

O risco de acidentes para pedestres em pavimento seco no inverno é cerca de duas a três vezes maior do que no verão. Com relação aos ciclistas, o risco no pavimento seco no inverno é quase o mesmo que no verão. Quando há neve ou gelo no inverno, o risco para pedestres é cerca de três vezes maior do que nas vias com pavimento seco no inverno. Com relação aos ciclistas, o aumento do risco é menor, com exceção dos ciclistas de terceira idade quando há muita neve ou gelo nas vias, pois o número de acidente é maior. Pedestres e ciclistas de terceira idade têm, sob todas as condições de pavimento, maiores riscos de acidentes que jovens, e estes acidentes são de maior gravidade (Thulin e Niska, 2009; Öberg, 2011).

Com base nos resultados de Oslo, Gotemburgo e Skellefteå, estima-se que a redução de 10% do tráfego de pedestres em neve e gelo pode reduzir o número de acidentes de queda no inverno em 15% (intervalo de confiança de 95% [-22; -7]) e que a remoção de toda a neve e gelo pode reduzir o número

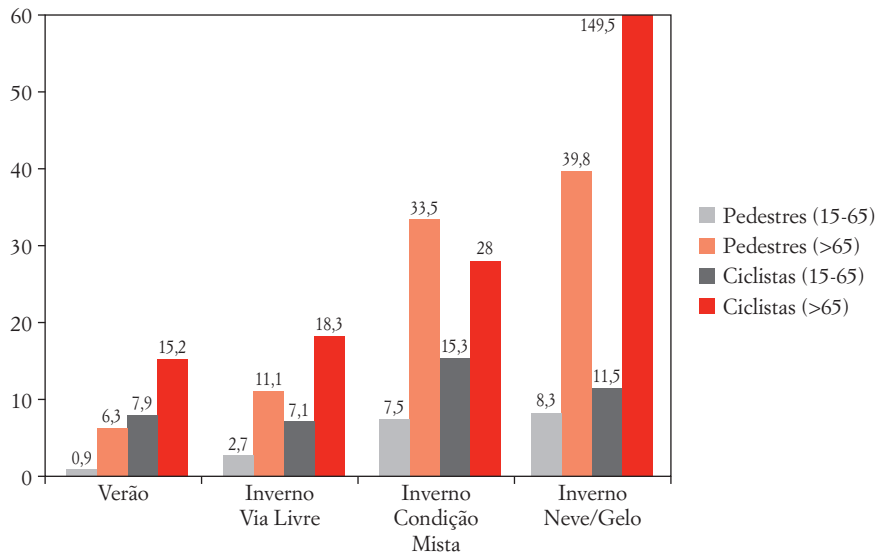


Figura 2.6.1: risco de acidentes com pedestres e ciclistas no verão e inverno (Öberg, 1996).

de acidentes de queda no inverno em 52% (intervalo de confiança de 95% [-62; -39]).

Entretanto, é difícil remover a neve e o gelo das áreas de passeio apenas por meio da desobstrução e da aplicação de areia. Isso é o que mostra o estudo em Skellefteå (Möller et al., 1991), entre outros. Varrer a área e aplicar sal, ao invés de desobstruí-la e aplicar de areia, aumentou a taxa de pavimento seco de 12% para 17% (Bergström, 2003). A medida mais efetiva para remover completamente a neve e o gelo das áreas de circulação de pedestres é provavelmente o aquecimento dessas áreas (Hagen, 1990). Um estudo em Umeå apontou que a taxa de pavimento seco nas áreas aquecidas é de cerca de 85%, enquanto a taxa era entre 20 e 25% em áreas com manutenção normal de inverno (Öberg et al, 1991).

Impacto na mobilidade

A neve e o gelo em áreas de circulação reduzem tanto a mobilidade dos pedestres quanto dos ciclistas. Muitos preferem ficar dentro de casa ou utilizar veículo a andar a pé em pavimentos cobertos de neve e gelo. Isso vale especialmente para alguns grupos, como o de terceira idade, o de pessoas que usam cadeira de rodas ou que estão com carrinhos de bebê.

Em uma pesquisa entre 500 habitantes acima de 67 anos em Oslo no inverno de 1983-84 (Ragnøy, 1985), observou-se que 72% dos entrevistados responderam que eles saíam com menos frequência no inverno do que no verão. A calçada escorregadia era

o motivo citado mais frequente. Dos entrevistados, 45% responderam que gostariam de sair com mais frequência durante os invernos. Cerca de 1/3 declarou que precisa de ajuda para resolver assuntos externos durante o inverno.

Os estudos em Linköping e Luleå (Bergström e Magnusson, 2002) apontaram que a utilização da bicicleta no inverno aumentaria em até 18% com uma manutenção de inverno aprimorada.

Impacto no meio ambiente

Não foi encontrada nenhuma pesquisa que documenta os efeitos nas condições do meio ambiente com a realização de uma manutenção aprimorada de inverno nas áreas de circulação de pedestres. A areia deve ser varrida na primavera. Isso pode ocasionar, de modo passageiro, problemas de poeira no local. O sal que entra nas casas deve ser varrido.

Custos

Não foi encontrado um custo atual para a manutenção de inverno nas áreas de passeio para pedestres e ciclovias.

Avaliações de custo-benefício

Não há análises de custo-benefício da manutenção de inverno nas áreas de circulação de pedestres e ciclovias.

A desobstrução habitual não parece reduzir o número de acidentes de queda entre os pedestres. O aquecimento da calçada pode, contudo, ser uma alternativa eficaz. Nos invernos com muita neve, quando a realização da desobstrução e da aplicação de areia e sal é sempre necessária, o aquecimento das calçadas não é mais caro que a desobstrução e a aplicação de areia e sal. Uma realocação de recursos da desobstrução e aplicação para o aquecimento pode fornecer um efeito eficaz no número de acidentes. Entretanto, não sabemos qual é a melhor combinação da eficácia do aquecimento dos passeios e outros tipos de manutenção de inverno. A variação no volume tráfego de pedestres é importante nesta discussão.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A manutenção das áreas de circulação de pedestres e ciclovias integra-se nos contratos de manutenção das vias municipais e rodovias (consulte o capítulo 2.5).

Requisitos e procedimentos formais

O padrão da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para manutenções e operações (Statens vegvesen, Håndbok 111) constata que os passeios e vias para bicicletas e pedestres devem ser transitáveis para pedestres e ciclistas. Deve ser possível andar com carrinhos de bebê nos passeios e passagens para pedestres, e o padrão deve ser tão bom que os pedestres e ciclistas escolham utilizar essas áreas ao invés das áreas destinadas aos veículos.

O padrão exigido é que as vias para bicicletas e pedestres devem ser desobstruídas até às 6h. Com queda de neve entre 6h e 22h, a desobstrução deve ser iniciada quando a profundidade da neve atingir 3 cm. O objetivo da desobstrução é que não se tenha mais que 3 cm de neve solta nas áreas.

A desobstrução e a aplicação de sal e areia são realizadas quando os critérios de necessidade são preenchidos, isto é, sob ou após a queda de neve.

Responsabilidade pela execução da medida

Os responsáveis pelas vias e seus proprietários devem realizar a manutenção das áreas de cir-

culação de pedestres. A responsabilidade pela manutenção das rodovias nacionais é do Estado e pelas outras vias e rodovias, dos governos estadual e municipal. O Estado se encarregou da responsabilidade pela manutenção das vias para bicicletas e pedestres ao longo das rodovias nacionais a partir de 1995. Anteriormente era tarefa dos municípios.

2.7 MELHORIAS NA SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO

O capítulo foi revisado em 2011 por Juned Akhtar (TØI)

Problema e finalidades

Estima-se que haja cerca de 1,1 milhão de placas de sinalização de trânsito ao longo das vias públicas na Noruega (Amundsen, 1986). Para que as placas de sinalização de trânsito funcionem efetivamente, uma série de pré-requisitos deve ser cumprida.

- As placas devem estar localizadas de maneira que possam ser visualizadas facilmente.
- As placas devem estar legíveis tanto na luz do dia quanto à noite.
- As placas devem ser utilizadas de maneira que sejam seguidas pelos usuários.
- As placas devem ser fiscalizadas de maneira que os usuários as respeitem.
- As placas devem ser compreensíveis.
- Para assegurar a utilização dessas placas de trânsito de acordo com esses pré-requisitos, o Estado forneceu diretrizes detalhadas para a construção, localização e utilização nas Normas das Placas e orientação das mesmas (Statens vegvesen, 2009a, b, Håndbok 046 e 050). Também foram determinadas as exigências para as manutenções das placas de sinalização de trânsito (Statens vegvesen, 2003, Håndbok 111) e cadernos técnicos correspondentes.

As pesquisas apontam, entretanto, que estas diretrizes nem sempre são seguidas na prática. Uma pesquisa sobre a condição e manutenção das placas de trânsito (Amundsen, 1986) apontou que 32% das 6.484 placas investigadas estavam danificadas. Havia danificações em 19% dos postes das placas. A pesquisa também apontou que em muitas placas antigas as propriedades de reflexo eram ruins, isto é, tornavam difícil lê-las no escuro.

Um registro de 731 placas em 8 trechos na Noruega (Ragnøy, Vaa e Nilsen, 1990) apontou que havia erros em 60% das placas. Foram diferenciados os seguintes tipos de erros (porcentagem dos erros em parênteses):

- Erro de localização: A placa está localizada de maneira pouco visível, em altura errada ou muito perto de outra placa (30%).
- Erro de construção: a placa tem tamanho errado, texto incorreto ou cor errada (27%).
- Erro de repetição: A placa está a uma distância errada do cruzamento ou de outra placa repetida (4%).
- Falta de correspondência com a sinalização: Não há correspondência entre a placa e a situação a ser sinalizada da via (2%).
- Utilização errônea das placas: uma única placa ou uma combinação de placas é utilizada erroneamente (9%).
- Redundância de placas: de acordo com as Normas das Placas, a placa não é necessária ou é repetida desnecessariamente várias vezes (19%).
- Falta de placa: as Normas das Placas determinam a necessidade de uma determinada placa que ainda não está instalada (9%).

Oito por cento dos erros foram julgados como sendo muito sérios, de maneira que a correção teve que ser imediata. Registros correspondentes em outros países nórdicos (Vaa et al., 1990, Muskaug, 1995) apontaram que havia erros em 45% das placas na Finlândia, em 15% das placas na Dinamarca e em 14% das placas na Suécia.

O erro na sinalização e a deficiência das manutenções das placas podem levar a uma não-visualização ou incompreensão das mesmas. Dependendo do tipo de placa a que se refere, isso pode levar à infração relacionada a velocidade, a não-observação da preferencial, a direção na contramão ou a estacionamento irregular.

As placas localizadas de acordo com a norma, onde se espera que sejam vistas pelos condutores, aumenta a chance de elas serem visualizadas e processadas cognitivamente (Borowsky, Shinar et al., 2008).

A melhoria da sinalização de trânsito tem como objetivo assegurar que a sinalização e a manutenção das placas estejam de acordo com as diretrizes legais, de maneira que as placas possam atingir os fins desejados.

Presume-se também que as placas de indicação de vias que estão defeituosas, sem visibilidade ou mal-colocadas aumentam o risco de acidentes no trânsito.

Descrição das medidas

As normas das placas de trânsito (Statens vegvesen, 2009) fornecem as diretrizes para a construção, localização e utilização das placas de trânsito. Para uma parte das placas, como, por exemplo, uma placa de parada em cruzamento, há diretrizes detalhadas em sua utilização para assegurar que ela seja utilizada somente em cruzamentos sem visibilidade, em que há a necessidade para isso. As normas das placas também descrevem quem é o responsável por sua instalação. Os significados das placas estão explicados nas leis de trânsito, nas regras de trânsito e nos regulamentos das placas.

As exigências das manutenções das placas são fornecidas no padrão da manutenção pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesen, 2003, Håndbok 111). Em outras palavras isto de outra forma, elas estão associadas às rodovias, mas estabelecem as bases para outras vias em que a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega executa manutenções. Para as vias municipais, o próprio município tem as suas normas de manutenção.

A cada ano são trocadas milhares de placas de sinalização de trânsito ao longo das vias públicas de acordo com a necessidade de manutenção. As placas são lavadas várias vezes por ano, principalmente ao longo da via principal. Entretanto, o esforço da manutenção não é, como já mencionado, suficiente para impedir que haja problemas em uma porcentagem significativa das placas ao longo de nossas vias.

Impacto sobre os acidentes

Foram encontradas apenas duas pesquisas sobre o efeito nos acidentes por meio da melhoria da sinalização por placas de trânsito. Uma delas é uma pesquisa norte-americana (Lyles, Lighthizer, Drakopoulos e Woods, 1986) sobre a melhoria da sinalização em cidades de maneira que esteja de acordo com o *Manual on Uniform Traffic Control Devices* (“Manual sobre Dispositivos Uniformes de Controle de Trânsito”, ou MUTCD). O MUTCD corresponde às Normas das Placas da Noruega. A

pesquisa apontou que as melhorias das placas em relação ao MUTCD levaram a uma queda de 15% no número de acidentes com vítimas (limite inferior, queda de 25%; limite superior, queda de 3%). Os acidentes com danos materiais foram reduzidos em 7% (limite inferior, queda de 14%; limite superior, queda de 0,3%). Entretanto, os autores da pesquisa concluem que as melhorias de sinalização não reduziram o número de acidentes.

A outra pesquisa (Ford e Calvert, 2003) avaliou os efeitos de um programa de baixo custo nos EUA que consistia em realizar a manutenção das placas de trânsito com base nos resultados de vistorias. Era um estudo simples, com pesquisa antes-depois, que apontou uma redução no número de acidentes fatais em 55%. O número de acidentes com vítimas caiu 31% e o de acidentes com danos materiais, 46%. A pesquisa não foi controlada pela regressão até a média, e a medida foi implementada nas áreas de alto risco. Por conta disso, provavelmente os efeitos verdadeiros da medida são significativamente mais baixos do que a pesquisa indica (Elvik, 2006).

Uma vez que foram encontradas apenas duas pesquisas, seus resultados devem ser compreendidos de maneira cautelosa, pois não se sabe quão representativos são. As pesquisas não esclarecem quais tipos de erros das placas de trânsito foram aprimorados e quão graves eles eram.

Acidentes fatais na Noruega, 2005-2009: no banco de dados nacional dos grupos de análise de acidentes (UAG), as “placas/sinalizações incorretas” são indicadas como um possível fator desencadeador em 55 acidentes (5,2% dos acidentes fatais) de 2005 a 2009. Além do mais, a medida “melhoria das placas” foi recomendada para 102 acidentes (9,6% de todos os acidentes fatais) no mesmo período em que foram analisados 1058 acidentes. Os acidentes com “melhoria das placas” como medida recomendada são distribuídos da seguinte maneira:

- tipo de via: 54% em rodovias nacionais, 25% em rodovias europeias, 17% em rodovias estaduais e 5% em vias municipais;
- condição de luminosidade: 62% sob a luz do dia, 16% à noite em via iluminada, 15% à noite em vias não iluminadas e 6% no crepúsculo;
- limite de velocidade: 62%, 70 ou 80 km/h, 31%, 50 ou 60 km/h, 3%, 30 ou 40 km/h e 6%, 90 ou 100 km/h;
- local dos acidentes: 38% em trechos retos, 28% em curvas acentuadas, 20% em curvas normais

e 13% em curvas compostas e curvas com raio variado.

Demarcação de passagem de pedestres: o Instituto de Economia de Transportes avaliou em 2010, sob o comando da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, 85 faixas de pedestres nas vias em 50 regiões em Oslo. Apenas seis faixas de pedestres não tinham a pintura demarcada, sinalização ou placas. O problema apontado com maior frequência era relacionado às placas (Sørensen, Mosslemi et al., 2010).

Impacto na mobilidade

Não foram encontradas pesquisas que indicam como a melhoria das placas influencia na mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas que indicam como a melhoria das placas influencia no meio ambiente.

Custos

Em 2005, os custos calculados para as medidas relacionadas às placas eram o seguinte (Statens vegvesen, 2005, Håndbok 222):

- Placa de sinalização de trânsito, nova, por placa, as placas de indicação de vias e de faixas de pedestres não incluídas: NOK 1.000.
- Placa da faixa de pedestres (duas placas, ou duas placas no mesmo poste): NOK 2.000.
- Poste da placa e alicerces: NOK 2.000 (NOK 1.000 – 3.000).
- Placas de indicação de direção, incluindo o poste e os alicerces: NOK 4.000.
- Medida URF em curvas, por curva: NOK 27.500 (NOK 15.000 – 40.000).
- Substituição da placa padrão pelo tipo maleável: NOK 12.500 (NOK 15.000 – 40.000).
- Postes de placa maleáveis (desprovidos da junta de intercepção): NOK 4.500.
- Adaptação no padrão existente: NOK 3.500 (2.000 – 5.000).
- Mudança da placa: NOK 2.000.
- Mudança do portal das placas: NOK 10.000.

Os preços se baseiam nos custos médios da obra e de orçamento em 2004. Os preços não incluem a ad-

ministração das obras, a perfuração, o planejamento das obras, o trabalho no terreno, eventuais imprevistos e inconvenientes no tráfego. Para chegar aos custos que incluem estes elementos, recomenda-se adicionar em média 35%.

Os custos por quilômetro de via para a limpeza das placas dependem do volume de tráfego da via e se a via sofreu a aplicação de sal. Os maiores custos estão em vias com tráfego muito intenso e que sofrem aplicações de sal.

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontradas apreciações de custo-benefício com relação à melhoria das sinalizações. Com base nas informações fornecidas, podem-se prever os custos que ilustram os possíveis efeitos da medida.

Pressupõe-se que a melhoria da sinalização pode ser executada a um custo de NOK 25.000 por quilômetro de via. Uma execução da medida é prevista em uma via de um povoado com um tráfego médio diário anual de 6.000 e 0,40 acidente com vítimas por 1 milhão de quilômetros-veículo. Prevê-se uma redução de 15% no número de acidentes com vítimas. A previsão é de que o efeito da medida dure cinco anos, com 4,5% de aumento. O custo médio por acidente com vítimas notificado pela polícia é de NOK 3,56 milhões em 2005 (Statens vegvesen, 2006, Håndbok 140).

O benefício fica em cerca de NOK 2,11 milhões por quilômetro de via, algo que é cerca de 85 vezes o custo da medida. Em outras palavras, a melhoria da sinalização é rentável socioeconomicamente, mesmo se o efeito nos acidentes fossem consideravelmente menores ou os custos, consideravelmente maiores do que o previsto neste exemplo.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a melhoria de erros de sinalização pode, por exemplo, vir da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega ou da própria equipe de manutenção durante o trabalho. As notificações provenientes dos usuários também podem desencadear a medida.

Requisitos e procedimentos formais

As exigências para a sinalização e manutenção das sinalizações são fornecidas nas Normas das Placas (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009) e nos padrões de manutenção da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, (Statens vegvesen, Håndbok 111). A substituição de placas existentes por placas novas deve ser vista como uma manutenção de via que não exige nenhuma medida formal. A instalação de uma nova placa deve ser tratada de acordo com o regulamento das placas.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades de trânsito são responsáveis pela manutenção das sinalizações de acordo com as determinações vigentes e também pela execução das medidas necessárias para assegurar que isso ocorra. Os custos para a melhoria das sinalizações inadequadas nas rodovias nacionais são cobertos pelo Estado; das rodovias regionais, pelos órgãos regionais e das vias municipais, pelos municípios.

2.8 SINALIZAÇÃO EM CANTEIRO DE OBRAS NA VIA

O capítulo foi revisado em 2013 por Alena Høye (TØI)

Os acidentes em área de obras nas vias são em média mais frequentes (especialmente quando as pistas estão fechadas) do que quando as pistas permanecem abertas ao tráfego. Os acidentes mais comuns em áreas de obras são colisões traseiras e outras colisões entre veículos na mesma direção. As medidas que têm sido mostradas para reduzir conflitos, ou potenciais conflitos em áreas de obras, dependem da situação (antes e depois) no entrelaçamento, bem como da separação física entre as pistas de transição e o contrafluxo do tráfego, da variação de limites de velocidade, da velocidade recomendada, da iluminação ao longo do trecho e da fiscalização policial. A maioria das medidas também tem impactos positivos sobre a capacidade da via. Medidas que provavelmente possuam nenhum ou pouco impacto sobre os acidentes são reduzidas de forma permanente, considerando o limite de velocidade e as medidas de sinalização horizontal.

Problema e finalidades

O aumento do tráfego e o conseqüente desgaste da via aumentam a necessidade de manutenção e a re-

paração de vias públicas, uma vez que a redução da capacidade da via deve ser evitada. A maioria das obras nas vias é realizada quando a via está liberada para o trânsito. Isso produz um inconveniente extra para os usuários da via e poderá proporcionar maior risco de acidentes. Os trabalhadores na obra são especialmente vulneráveis nas imediações do tráfego. Muitos estudos mostram que o risco de acidentes de trânsito aumenta em áreas em obras. Os resultados variam bastante (de riscos inalterados a quase o dobro de riscos) e nem todos são significativos (ver, por ex., Freeman et al., 2004; Jin et al., 2008; Khat-tak et al., 2002; Tsyganoff et al., 2011).

A figura 2.8.1 mostra a variação do número de acidentes em áreas em obras em comparação com o número esperado de acidentes nas mesmas vias sem obras, com base em um estudo de acidentes em 64 locais em obras (Srinivasan et al., 2011). Os resultados mostram que o crescimento dos acidentes é maior em áreas de construção com vias fechadas e menor quando a via está liberada. Outras relações também foram encontradas. Daniel et al. (2000) e Tsyganoff et al. (2002), por exemplo, encontraram em geral um aumento maior de acidentes em vários casos de pistas fechadas. Os resultados de Srinivasan et al. (2011), conforme figura 2.8.1, também mostram que os acidentes envolvendo danos materiais aumentam mais do que os acidentes com feridos, o que é consistente com os resultados de uma série de outros estudos. Alguns estudos desco-

briram mais acidentes graves em áreas de obras do que em outras vias (Garber e Zhao, 2002).

Os resultados de Srinivasan et al. (2011), conforme Figura 2.8.1, sugerem que existem diferenças consistentes no risco relativo de acidentes entre o período diurno e o noturno. Em outros estudos, no entanto, descobriu-se que os acidentes nas vias durante a noite são mais graves que os acidentes durante o dia (Arditi et al., 2007; Garber e Zhao, 2002). Arditi et al. (2007) encontraram cinco vezes mais riscos de acidentes fatais em vias com obras à noite que em comparação com as vias com obras de dia.

Segundo Tsyganoff et al. (2002), o risco de acidentes é maior em áreas de obras urbanas do que em áreas rurais, muito por conta da extensão das áreas em obras (obras em pontes, reconstrução de vias existentes) e das obras menores nas rodovias (trabalho sobre as instalação de barreiras, recapeamento e alargamento da pista).

Resultado de estudos que examinaram o risco de acidentes em diferentes áreas em obras. A maioria dos estudos mostra que os riscos de acidentes são mais elevados em zonas de atividade (rodovias em obras; por ex., Freeman et al., 2004; Garber & Zhao, 2002; Lindheimer, 2010), e alguns apontaram maior risco de acidentes em anéis rodoviários antes de a pista ser fechada (Ishak et al., 2012; Tsyganoff et al., 2002).

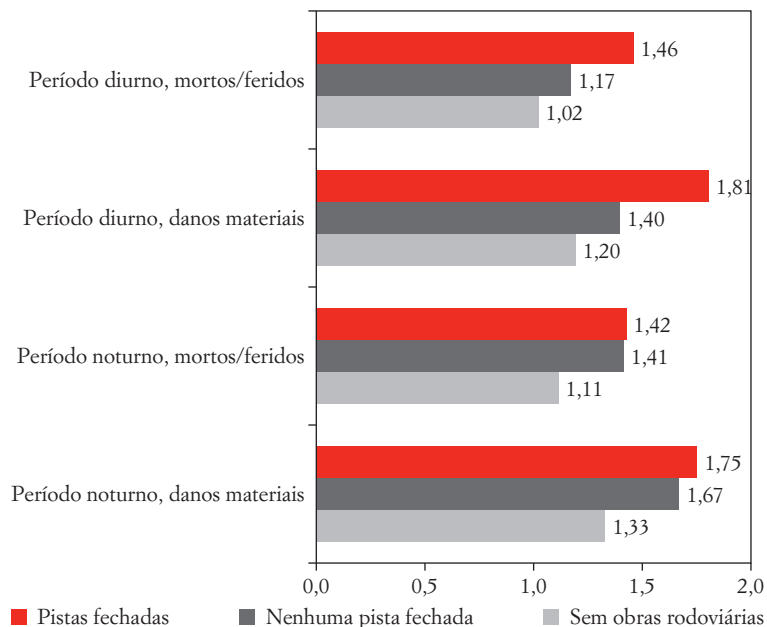


Figura 2.8.1: O risco de acidentes em áreas de obras (risco de acidentes na mesma via sem obras rodoviárias = 1) (Srinivasan et al., 2011).

O tipo mais comum de acidentes em vias em obras são as colisões traseiras (Garber & Zhao, 2002). Outros tipos de acidentes são os acidentes envolvendo vários veículos (especialmente em colisões laterais entre dois veículos na mesma direção) e o choque contra objetos sólidos, enquanto que o número total de acidentes é normalmente reduzido (Graham et al., 1978; Khattak et al., 2002; Tsyganov et al., 2002). Outros acidentes típicos em áreas de obras são os atropelamentos de trabalhadores na pista. Não foram encontrados números de quantos acidentes deste tipo aconteceram na Noruega. Sayer & Mefford (2004) mostraram que mais da metade dos trabalhadores que foram atropelados em áreas de obras viárias foi atingida por algum veículo que passava na via.

Tsyganov et al. (2002) mostraram que os fatores comuns que contribuem para os acidentes no local das obras nas vias são as filas (colisões traseiras), largura da via reduzida, máquinas na via e pisos irregulares. Estes fatores causam erros típicos, que contribuem para os acidentes em áreas de obras, como, por exemplo, a desatenção por breves intervalos de tempo e o desrespeito às placas de sinalização. O excesso de velocidade não é mencionado como um dos fatores que contribuem para os acidentes típicos. Estudos de várias medidas sugerem que a alta velocidade nem é um dos maiores problemas, mas que há mais variação de velocidade entre os veículos, o que contribui para conflitos e atrasos (ver impacto sobre os acidentes).

A Statens vegvesen (2011) estudou os resultados a partir de uma análise detalhada de 23 acidentes fatais que ocorreram em conexão com vias em obras ou construções próximas avias na Noruega durante o período de 2005 a 2009. Entre estes acidentes, 14 aconteceram em trechos onde havia obras em andamento, em uma via com cinco faixas, sendo três bloqueadas para a execução operacional referente à obra (incluindo o transporte de equipamentos). Nenhum dos acidentes foi de colisão traseira. O estudo mostra que os pedestres, os ciclistas, as crianças (os usuários vulneráveis) e os veículos pesados foram os mais atingidos. Metade dos mortos eram pedestres e 20% eram crianças com menos de 16 anos. Sessenta e cinco por cento dos veículos envolvidos eram veículos pesados. As causas que mais contribuíram para os acidentes em menor grau foram “atitudes perigosas” e a falha na sinalização. As obras nas rodovias e a sinalização (ausência ou falha) eram deficientes em dois terços dos acidentes. 22% dos acidentes ocorreram em saídas em direção ao canteiro

de obras, que foram projetadas de uma maneira que gerava pontos cegos maiores para os veículos pesados. O estudo mostra que muitas vezes não se tem uma “perspectiva da via” adequada devido a reorganização de padrões de direção, avisos e proteção, o que facilita a indução ao erro de interpretação sobre a alteração do tráfego. O projeto dos canteiros de obras e vias de acesso são muitas vezes projetados para trechos curtose com alta demanda, porém com padrões elevados, visando à segurança dos condutores e trabalhadores.

O objetivo do canteiro de obras é assegurar um espaço seguro para os trabalhadores e o fluxo de tráfego, para que o trabalho resulte em um mínimo de atrasos e inconveniências possíveis para os usuários, permitindo o desempenho eficiente e econômico da via (Statens vegvesen, 2012).

Descrição da medida

Com a sinalização nas áreas de obras visa-se ao esforço em notificar, administrar e regular os locais de tráfego anteriormente em obras, próximo às vias públicas. Na Statens vegvesen (2012), existe a distinção entre a orientação e a segurança. A orientação tem o propósito de:

- fazer com que os condutores estejam conscientes de que as obras na via estão em andamento.
- informar os usuários da via sobre o tipo de trabalho executado.
- regular o tráfego.
- direcionar com segurança o tráfego posterior à área em obras.

As barreiras destinam-se a evitar colisões com trabalhadores e máquinas, resguardando os condutores de entrarem na área em obras e limitando os danos para os usuários da via, caso colidam com as barreiras. A maioria das medidas descritas neste capítulo são medidas de alerta. As medidas estão divididas nos seguintes grupos:

O tráfego de pedestres em meio às obras viárias locais: Estas medidas afetam os padrões de direção através das obras viárias, onde se tem áreas com vias fechadas e tráfego das várias pistas fundidas em uma só.

A marcação (sinalização horizontal) inclui linhas demarcadas e tachas ao longo de todo o trecho, tendo o objetivo de alertar os condutores a reduzirem a velocidade. Para a demarcação regular de faixas

na pista, linhas de bloqueio, etc. tem-se os resultados de estudos sobre o impacto no tráfego ou nos acidentes.

Os sinais luminosos são destinados a tornar a área em obras, os trechos entre as obras e o controle de tráfego mais seguros, tornando o trecho em obras mais visível, especialmente à noite. Para sinalização (por ex., para regular os fluxos de tráfego ou o tráfego nos dois sentidos) e setas de luz (painel de alerta para indicar o desvio), tem-se os resultados de estudos sobre o impacto no tráfego ou nos acidentes.

Os sinais de trânsito, que foram investigados em estudos sobre o impacto da velocidade nos acidentes, incluem ambos os sinais fixos e variáveis, e visam à sinalização do local das obras nas vias, a fim de retardar ou reduzir as diferenças de velocidade entre os veículos. O tráfego inclui o aviso prévio, os limites e as recomendações de velocidade, além de avisos de congestionamento. No tráfego da Noruega, as áreas de obras viárias são muitas vezes sinalizadas com amarelo-verde (em vez de branco) ao fundo (Statens vegvesen, 2012).

A fiscalização policial e o aumento das multas têm como objetivo reduzir a velocidade e aumentar a conformidade com o limite de velocidade.

Os equipamentos de proteção individual incluem uniformes de trabalho com reflexivos. Para os outros tipos de equipamentos de proteção individual, não foram encontrados estudos que sejam relevantes com relação aos acidentes de trânsito.

O trabalho noturno pode ser feito em áreas com obras nas vias, seja para melhor andamento (operação contínua) ou para evitar problemas de tráfego durante o dia, quando, por exemplo, as várias pistas são fechadas ou quando toda a via é fechada periodicamente.

Os sistemas de proteção aqui descritos incluem amortecedores de impacto montados nos caminhões, que visam proteger os trabalhadores e usuários do tráfego ao longo do trecho em obras na via, e barreiras concretas que dividem as pistas. Não foi encontrado nenhum estudo do efeito na velocidade ou nos acidentes por outros sistemas de proteção. Como se costuma utilizar várias medidas simultaneamente, estas medidas dependem, por exemplo, de normas de trânsito, dos níveis de velocidade, dos volumes de tráfego e dos tipos de obras viárias. Orientações complementares foram regulamenta-

das pelo órgão de administração viária sobre a instalação de obras na via pública (Statens vegvesen, 2012, Håndbok 051).

Impacto sobre os acidentes

As medidas de aviso e de proteção do trabalho ao longo de vias foram analisadas com base em inúmeros estudos. No entanto, quase não há estudos sobre o impacto sobre número de acidentes. Isto ocorre provavelmente porque as áreas e obras viárias são diferentes e muitas vezes mudam, não sendo geralmente duradouras. Portanto, pode ser difícil fazer estudos metodológicos sobre os impactos dos ruídos, bem como a respeito do número de acidentes. No entanto, muitos estudos examinaram o impacto da introdução de várias medidas e a velocidade média no trecho em obras. A correlação entre a velocidade e o número de acidentes foi verificada em vários estudos (Elvik, 2009). Em geral, quanto maior a velocidade média, maior o número de acidentes com mortos e feridos. O número de acidentes graves, e especialmente fatais, está relacionado ao aumento da velocidade média.

A relação entre a variação da velocidade e o número de acidentes é bem menos documentada. Vários estudos documentaram que os acidentes aumentam com o aumento da variação de velocidade entre os veículos (Abdel-Aty & Pande, 2005; Abdel-Aty & Abdalla, 2004; Abdel-Aty, Uddin & Pande, 2005; Oh, Oh, Ritchie e Chang, 2001; Zheng et al., 2010).

O tráfego nas áreas em obras

Contrafluxo com tráfego parcial vs. contrafluxo com tráfego total: Em três estudos anteriores, onde houve comparações de acidentes de trânsito, observou-se o desvio com redirecionamento total (ou seja, a pista em sentido contrário é reduzida e utilizada pelo tráfego em ambos os sentidos) em relação ao desvio com redirecionamento parcial (isto é, apenas uma parte da pista em sentido contrário é utilizada): Summersgill (1985), Marlow & Coombe (1989), Burns et al. (1989). Os resultados mostram que o número de acidentes (em todos os graus de danos) foi reduzido em 23% (intervalo de confiança de 95% [-28%; -17%]), quando um redirecionamento parcial (apenas parte da pista contrária foi utilizada) foi substituído pela utilização de um redirecionamento total (a pista em sentido contrário foi reduzida e utilizada pelo tráfego em ambos os

sentidos). Uma possível explicação é que a velocidade é menor diante da utilização do desvio com redirecionamento no contrafluxo, e os condutores se mantêm mais atentos devido ao tráfego em ambos os sentidos.

Regulamentação de mudança de faixas – mudança separada vs mudança combinada: Summersgill (1985) examinou as mudanças de faixa nas rodovias. Mudança separada (de faixa) significa que o tráfego é redirecionado para a faixa contrária, sem que seja possível mudar de faixa na zona de transição. Mudança combinada (de faixa) significa que é possível mudar de faixa também na zona de transição. Conforme aponta a pesquisa, com a utilização da mudança separada, em geral a segurança é menor que com a utilização de mudança combinada (aumento do número de acidentes de 35%, intervalo de confiança de 95% [+ 5% +; 75%]). A pesquisa não aponta para qualquer explicação deste resultado.

Curva de redução de velocidade: Nygaard & Peterson (1982) mostraram que a velocidade média foi reduzida em 20 km/h quando o tráfego é conduzido através de uma curva de redução de velocidade antes de atingir a obra na via.

O estreitamento da largura da faixa com cones: um estreitamento das faixas para 1,5m utilizando cones em um trecho de rodovias foi estudado por Bham (2011). Foi a única medida que reduziu a velocidade média para abaixo do limite de velocidade. A redução da velocidade foi maior para os veículos pesados do que para os automóveis e a redução foi mais significativa em trechos de obras em andamento do que em trechos sem obras rodoviárias.

Áreas de entrelaçamento: Quando o número de vias é reduzido em uma área com obras, as várias áreas de entrelaçamentos e diferem. Como regra geral, o tráfego é desviado da pista bloqueada para a pista aberta. Quando os veículos deslocam-se da pista fechada com antecedência, ao primeiro sinal de aviso de pista fechada, tem-se o entrelaçamento precoce. Quando os veículos são desviados mais tardiamente, isso pode levar a conflitos e acidentes (Tsyganoff et al., 2002). Para evitar esses conflitos, os motoristas são direcionados ao entrelaçamento **precoce** através de sinalizações que desencorajam ou proíbem a ultrapassagem (McCoy & Pesti, 2001). FHWA (2008) mostrou a dinâmica do entrelaçamento precoce com proibição de ultrapassagens até o final do trecho, o que diminuiu as mudanças

tardias de faixa e aumentou a distância de segurança entre os veículos.

No tráfego pesado, a utilização do entrelaçamento precoce gera alguns conflitos, aumenta o risco de acidentes, gera filas mais longas e aumenta o risco de colisões traseiras. Esses problemas podem ser reduzidos com o **entrelaçamento tardio, ou “princípio de fecho”**, como é chamado em alemão e dinamarquês, ou seja, a mudança de faixa é feita o mais tarde possível (McCoy & Pesti, 2001; Pesti et al., 2008). O entrelaçamento tardio pode ser introduzido por meio de instruções sobre painéis de mensagens variáveis, trecho por trecho, para que os veículos permaneçam na mesma faixa. Com o entrelaçamento tardio, o número de conflitos entre os veículos que mudam de faixa no início e ao final pode ser reduzido, e a fila pode ser diminuída, o que pode reduzir os riscos de colisões traseiras. No entanto, quando há pouco tráfego e alta velocidade, o entrelaçamento tardio pode levar a confusões e conflitos (McCoy & Pesti, 2001).

Para utilizar a estratégia de entrelaçamento mais adequada, as mensagens podem ser exibidas e determinadas a partir de valores pré-determinados de volumes de tráfego ou de velocidade média. A seleção da estratégia de entrelaçamento mais adequada pode exercer influência sobre os conflitos e acidentes (Radwan et al., 2009). Uma determinada estratégia pode ser melhor, dependendo em grande parte das condições locais (Pesti et al., 2008).

Outra possibilidade para organizar o entrelaçamento é direcionar o tráfego das duas faixas em uma faixa no meio da rodovia, antes que o tráfego alcance a faixa liberada, (“**incorporação conjunta**”). Essas áreas de entrelaçamento levam a uma velocidade média reduzida, sobretudo na faixa que permanece liberada e nas extremidades das áreas de entrelaçamento, onde há menos interrupções na pista (Idewu & Wolshon, 2010; Wolshon et al., 2012), levando à redução da variação da velocidade e a menos desacelerações bruscas (Ishak et al., 2012).

Marcações

As faixas de sinalização (ou de demarcação horizontal) podem ser inseridas na via para alertar os condutores sobre a existência de obras à frente na via. As faixas de sinalização podem ser instaladas sob a forma de tiras removíveis, sendo coladas ou fixadas sobre a pista (Horowitz & Notbohm, 2010).

Alguns estudos encontraram uma redução da velocidade média nas rodovias com faixas de sinalização (Carlson & Miles, 2003; Harwood, 1993). As reduções de velocidade são, no entanto e em geral, relativamente pequenas (menos de 3 km/h; Fontaine & Carlson, 2001; Gorrillas, 2007; Miles et al., 2005; Tsyganoff et al., 2002). Aspectos sobre o aumento da atenção do condutor não foram empiricamente investigados.

Linhas transversais (marcas transversais, do tipo linhas de estímulo para redução de velocidade): Meyer (2000) não encontrou quaisquer efeitos sobre a velocidade das linhas brancas demarcadas ao longo da via em direção a uma área de obras. As listras (faixas) transversais foram instaladas em uma via com 30m de largura a uma distância de 150 m entre cada grupo de linhas.

Semáforos

Espera de veículos: Ocorre em uma região onde o tráfego em ambos os sentidos deve ser feito em fases alternadas e numa via onde todos os veículos terão de aguardar em um sinal vermelho com luzes indicando perigo (Bai & Li, 2011). O veículo subsequente teve uma média de velocidade 7% mais baixa (55 km/h ao invés de 59 km/h). A redução da velocidade não foi estatisticamente significativa.

Luzes ao longo das linhas no pavimento: Meyer (2000) estudou o efeito da instalação de tachas com luz ao longo da via em trechos onde o tráfego deveria atravessar no sentido oposto, onde o tráfego terminava em ambas as direções e onde a faixa era destinada apenas para o tráfego contrário. À noite, a velocidade média teve uma diminuição de mais de 10 km/h, uma vez que a extensão do trecho de instalação das luzes também aumentou.

Flashes indicadores sequenciais de tráfego: O efeito de flashes sequenciais em cones marcando o estreitamento ou a interdição da faixa de rodagem sobre a velocidade foi investigado por Sun (2012). A velocidade média nas áreas de entrelaçamento foi reduzida em 3,7% para veículos de passageiros e em 4,4% para caminhões. A proporção de veículos se deslocando acima do limite de velocidade também foi reduzida. Para a variação de velocidade, porém, ocorreu um aumento de 16%. Os campos de entrelaçamento padrão foram melhorados, por haver menos alterações tardias na pista.

Sinalização na rodovia

As sinalizações podem ser necessárias para regular o tráfego em áreas com obras rodoviárias. Uma vez que são criados muitos sinais (limite de velocidade, sinais de perigo, sinais de direção de condução, etc.), o efeito de cada placa individualmente é reduzido (Garber & Srinivasan, 1998).

Sinalização e cones de advertência: Richards, Wunderlich & Dudek (1985) encontraram uma redução da velocidade média de 7% quando foram utilizados tanto a sinalização quanto os cones de advertência em uma área de obras rodoviárias.

A sinalização prévia das áreas em obras viárias: a sinalização anterior à obra geralmente leva a reduções de velocidade menores do que quando se reduz o limite de velocidade (Debnath et al., 2012). A sinalização instalada antes de uma área em obras geralmente é menos eficaz que a sinalização instalada imediatamente na área da obra (Garber & Srinivasan, 1998). Com relação à velocidade, foram encontradas reduções que variam entre os estudos, como, por exemplo, as encontradas em Turley et al. (2003) e Firman et al. (2009). As reduções de velocidade ficaram entre zero e 3% quando foi instalada 170m antes das obras a sinalização “via em obras à frente” juntamente com um painel de luzes piscando e sinalização temporária de redução de velocidade. Bai et al. (2011) verificaram reduções de velocidade de até 17% quando foram usados painéis de mensagens variáveis, com texto e/ou símbolos de obras rodoviárias.

Redução do limite de velocidade: O limite de velocidade em trechos em obras é muitas vezes reduzido – medida considerada essencial para a segurança dos trabalhadores que trabalham na via ou perto da via ou para o tráfego na via – por meio de medidas como estreitamento de faixas. Se os limites de velocidade forem reduzidos, pode ocorrer variação nas reduções de velocidade. Geralmente, em trechos rodoviários em obras, a velocidade média é reduzida, embora o limite de velocidade permaneça inalterado (Bham, 2011). A relação entre a mudança de limite de velocidade e a velocidade média é de 85% do movimento, ilustrado na figura 2.8.2, baseada em resultados de Migletz et al. (1999). Os resultados mostram que a velocidade média diminuiu em 8,2 km/h mesmo quando o limite de velocidade é alterado. Quando o limite de velocidade não é alterado, o número de condutores que reduz a velocidade é maior do que quando o limite é reduzido.

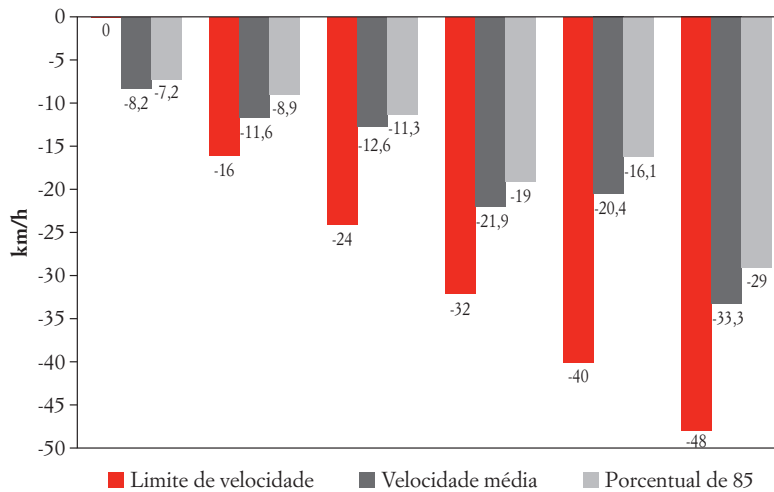


Figura 2.8.2: A relação entre a mudança de limite de velocidade e a velocidade média é 85% da velocidade (Migletz et al., 1999).

O respeito ao limite de velocidade depende de o quanto o limite de velocidade é reduzido (quanto maior a redução do limite de velocidade, menores serão as adesões) e depende se o limite de velocidade é razoável ou não do ponto de vista dos condutores. A redução dos limites de velocidade é desnecessária, induz a infrações e pode diminuir o respeito pelos limites de velocidade no trecho em obras e nas vias em geral (Bham, 2011; Garber & Srinivasan, 1998; Outcalt, 2009). Uma diminuição do limite de velocidade acentuada pode resultar em um aumento da variação de velocidade entre os veículos, o que de acordo com Garber & Zhao (2002), Migletz et al. (1999) e Outcalt (2009), pode gerar conflitos e aumentar os riscos de acidentes. A explicação é que muitos acidentes em trechos em obras são colisões traseiras e a frequência deste tipo de colisão é menor em tráfego com velocidade constante do que quando existem alterações significativas de velocidade.

Embora muitos diminuam a velocidade quando o limite de velocidade é reduzido, a velocidade média geralmente se mantém acima do limite de velocidade, e muitos deixam para desacelerar no momento que atingem as áreas em obras ou até mesmo não desaceleram (Debnath et al., 2012; Friberg, 2007; Huebschman et al., 2003). A sinalização de limites de velocidade geralmente é ineficaz quando instalada antes do local de início das obras. A redução da velocidade em áreas com obras na pista são menores quanto maior for a distância entre o sinal de limite de velocidade e o início do trecho em obras (Abraham et al., 2007; Huebschman et al., 2003). Miller et al. (2009) mostraram que a velocidade média no trecho em obras depende da distân-

cia entre o primeiro sinal de limite de velocidade e o início da obra: quanto maior for a distância, maior a velocidade no local das obras.

As placas de limites de velocidade no estudo de Hall & Salário (1997) não foram mais eficazes quando foram inseridas as luzes intermitentes. No estudo de Huebschman et al. (2003), porém, a velocidade média foi ligeiramente reduzida.

Limites de velocidade variáveis: Considerando limites de velocidade variáveis em trechos de via em obras, é possível adaptar o limite de velocidade às condições locais, como, por exemplo, trechos viários com obras em andamento ou não. Esta é provavelmente a principal razão do por que geralmente se adere aos limites de velocidade variáveis com maior frequência do que aos limites de velocidade fixos (Bham, 2011; Debnath et al, 2012; Outcalt, 2009). Estudos sobre o limite de velocidade variável demonstram por vários exemplos que a eficácia é maior quando os sinais são colocados dentro dos trechos em obras do que quando são fixados antes do local (Benekohal & Shu, 1992). A razão mais provável é que muitos dos condutores não reduzem a velocidade, mesmo se o limite de velocidade foi reduzido antes da área com obras. (Debnath et al., 2012).

Riffkin et al. (2008) examinaram o impacto de placas de limite de velocidade ao instalá-las antes e depois das áreas em obras. O limite de velocidade era 121 km/h antes da primeira placa variável e entre 105 ou 89 km/h imediatamente antes e em meio às áreas em obras. A velocidade média ocorreu em todas as

situações onde houve o limite de velocidade no local das obras rodoviárias e até mesmo um pouco abaixo do limite de velocidade, ficando estável por todo o trecho. As reduções de velocidade são, em outras palavras, substancialmente maiores do que o esperado a partir da redução do limite de velocidade (ver capítulo 3.11). Uma possível explicação é que a velocidade média também tinha sido reduzida e o limite de velocidade não havia sido colocado em locais com obras rodoviárias.

É difícil estimar o impacto dos limites de velocidade variáveis sobre o número de acidentes. Um problema é que, na maioria das vezes, os efeitos sobre a velocidade foram estudados a partir de estudos de simulação. Outro problema é que os sinais de limite de velocidade variável (em vez de fixar os limites de velocidade e de acordo com estudos de simulação) levam principalmente à obediência do limite de velocidade e à redução da variação da velocidade (por ex., Fudala & Fontaine, 2010). Como os limites de velocidade podem ser adaptados às condições atuais, os limites de velocidade (e, portanto, a velocidade média) muitas vezes podem estar acima dos limites determinados pela sinalização fixa de limite de velocidade. Um terceiro problema é que o efeito dos limites de velocidade variáveis depende em grande parte de como um determinado limite de velocidade é mostrado (Fudala & Fontaine, 2010).

Alerta de velocidade: Várias formas de alerta de velocidade no trecho que antecede obras na via foram investigadas em um número relativamente grande de estudos. As mensagens de excesso de velocidade exibidas aos condutores variam. Às vezes, informase a velocidade atual (e dão-se informações sobre o limite de velocidade); outras vezes, exibem-se várias mensagens que declaram “dirigindo rápido ou dirigindo devagar demais”. Com base nos seguintes estudos, estima-se um efeito combinado sobre a velocidade média:

Meyer, 2000 (EUA);
Fontaine & Carlson, 2001 (EUA);
Dixon & Wang, 2002 (EUA);
Pesti & McCoy, 2002 (EUA);
Bowie, 2003 (EUA);
Sorrell et al., 2007 (EUA) e
Benekohal et al., 2010 (EUA).

Em média, verificou-se uma redução de 7% na velocidade (variação entre 2% e 18% na redução de velocidade). Uma série de outros estudos também encontrou reduções na velocidade média entre

2 km/h e acima de 10 km/h (Brewer et al., 2006; Garber & Srinivasan, 1998; Mattox et al., 2007; Hall & Wrag, 1997; Sandberg et al., 2001; Wang et al., 2003). A redução do excesso de velocidade também ocorreu em 60% no estudo de Dixon & Wang (2002) e em 32% no estudo de Mattox et al. (2007). Os resultados são aplicáveis ao trecho em que ocorreu a variação de velocidade, mas a redução de velocidade é mantida como uma regra ao longo de toda a via (Benekohal et al., 2010; Wang et al., 2003). A redução da velocidade é geralmente menor para os veículos pesados do que para os automóveis em geral, possivelmente porque é mais comum que os veículos pesados desacelerem em trechos em obras.

Velocidade recomendada: Tudor et al. (2003) avaliaram a sinalização com mensagens para obras nas rodovias, como “REDUZA O LIMITE DE VELOCIDADE PARA XX MPH”, seguidas de “YY MINUTOS DE ATRASO”, considerando que a velocidade das rodovias era 16km/h mais lenta do que a velocidade antes da obra, e essas informações eram expostas apenas quando o tráfego estivesse pesado. O número de mortes por milhão de veículos por quilômetros foi 33% menor do que em dois outros trechos, enquanto o número de colisões traseiras foi 7% menor. Há pouca informação para poder afirmar se estes resultados são confiáveis.

A Statens vegvesen (2006) avaliou o impacto da instalação de sinalizações horizontais que indicavam a velocidade recomendada. A velocidade recomendada foi de 30 km/h, enquanto que o limite de velocidade ficou entre 70 e 110 km/h. A alta velocidade nas ultrapassagens desses veículos é muitas vezes um problema. As recomendações de velocidade são usadas porque a regulamentação de sinais não permite mover sinais de limites de velocidade. A velocidade média foi reduzida em 29% (de 76 km/h para 54 km/h) em rodovias largas (mais de 10 m) e em 9% (de 45 km/h para 41 km/h) nas rodovias estreitas (menos de 10 m). A redução do número de veículos ao longo dos 70 km/h foi ainda maior.

Aviso de congestionamento: Pesti et al. (2008) avaliaram o sistema de aviso de congestionamento e não encontraram nenhum efeito sobre a velocidade média, mas uma redução da variação de velocidade de quase 50% e uma redução no número de conflitos entre os veículos no tráfego. Não foram encontrados muitos estudos sobre os avisos de congestionamento em trechos com obras rodoviárias. Estudos de avisos de congestionamento nas rodo-

vias comuns estão descritos no capítulo sobre painéis de mensagens variáveis (capítulo 3.20).

A fiscalização policial

Policimento visível: Viaturas policiais visíveis geralmente reforçam a obediência ao limite de velocidade. Com o policiamento visível, as alterações de velocidade são geralmente limitadas ao trecho e não se mantêm ou se estendem para trechos sem policiamento visível (Debnath et al., 2012). No estudo de Benekohal (1992) a velocidade média nas áreas em obras em rodovias diminuiu em cerca de 7% enquanto houve uma viatura policial no trecho. Benekohal et al. (2010) encontrara uma redução de velocidade de 11% para automóveis de passageiros e de 8% para os veículos pesados em trechos próximos de um policiamento visível. Não houve alteração da velocidade quando a viatura policial tinha as luzes acionadas ou quando as luzes estavam desligadas. Conforme estudo de Huebschman et al. (2003), a redução de velocidade no trecho com a presença da viatura policial foi maior (-19%), a redução foi aos 2,4 km antes da viatura policial (-11%). Após 3,4 quilômetros da viatura policial, a velocidade estava de volta quase ao normal (-2%), ao contrário do estudo de Benekohal et al. (2010), em que a viatura não acendeu as luzes, estando apenas visível. No estudo de Huebschman et al. (2003), a velocidade e a observância do limite de velocidade durante os períodos em que o carro da polícia não estava no local foram excluídos da análise.

Controle de velocidade: Uma série de estudos resumidos por Bham (2011) mostrou o controle de velocidade em trechos em obras, bem como a proporção de condutores que aderem ao limite de velocidade. Radares estacionários têm maior efeito que o patrulhamento de viatura policial, mas abrangem um trecho menor. A velocidade é geralmente reduzida no trecho da via onde se implementou o controle e enquanto o controle estava implementado. Benekohal et al. (2010) descobriram uma redução da velocidade de 10% na área de fiscalização (policiamento visível com equipamento de medição por radar), sendo 3%, ou seja, 2,4 km abaixo da velocidade antes da fiscalização. Em situações onde o limite de velocidade era 65 mph (105 km/h) e foi reduzido para 55 mph (89 km/h), houve uma redução de cerca de 80%. Joerger (2010) encontrou uma redução de 27,3%, na proporção de veículos que ultrapassaram 72 km/h em trechos com obras na via onde o limite de velocidade era de 64 km/h enquanto o controle de velocidade era feito por radar. A redu-

ção só ocorreu quando a fiscalização de controle de velocidade foi introduzida. Uma hora após finalizar a fiscalização de velocidade, não foram encontrados quaisquer impactos sobre a média de velocidade. Mais reduções de velocidade permanentes podem ser esperadas pelos controles frequentes e imprevisíveis (Bham, 2011). O controle de velocidade é mais eficaz para os veículos pesados do que para os leves.

Considerando a dificuldade de alertar os veículos que dirigem em alta velocidade nos trechos de vias em obras, seria mais apropriado instituir um controle automático de velocidade onde a velocidade do infrator fosse punida por multa recebida por correio (Fontaine et al., 2002). Quando o limite de velocidade no trecho em obras for estabelecido, o impacto do controle de velocidade será provavelmente maior quanto mais a velocidade diminuir. (Quanto mais o limite diminuir, maior a aceleração. Ver acima.)

Painéis de mensagens variáveis mostrando o número de multas nos locais em obras até aquele momento não demonstraram ter qualquer impacto sobre a velocidade (Huebschman et al., 2003).

O aumento das multas de velocidade: Nos EUA, muitos estados apostam em alternativas especiais para conter o excesso de velocidade em trechos de rodovias em obras. Vários estudos que foram resumidos por Debnath et al. (2012) mostraram um aumento das multas por dirigir acima do limite de velocidade em trechos de rodovias em obras, o que não significou mudanças na velocidade média ou na proporção que dirigia acima do limite de velocidade.

Equipamento de proteção individual

Trabalhar com roupas refletivas aumenta a distância de visibilidade e detecção de pedestres e trabalhadores em obras na via. A cor mais visível é o amarelo, seguido pelo vermelho-alaranjado. O impacto de uma roupa é tanto maior quanto for a superfície em cores com sinais reflexivos. O impacto da sinalização com cores e roupas refletivas é menos efetivo durante o dia (Sayer & Mefford, 2004; Sayer & Buonarosa, 2008; Haworth et al., 2002).

Trabalho noturno

O trabalho noturno envolve uma série de desvantagens para as obras nas vias (como, por exemplo, o trabalho árduo, a fadiga e a dificuldade em obter materiais ou

peças de reposição) e para aqueles que vivem nas proximidades, pois considera-se o ruído. Assim, a escolha pelo trabalho noturno pode ser pela vantagem de reduzir os problemas do tráfego, especialmente em vias com tráfego intenso (Bryden & Mace, 2002). Dois estudos mostraram que os acidentes nas vias aumentam mais à noite do que durante o dia (Summersgill, 1985; Ullmann et al., 2007). Diversos estudos mostraram que os acidentes nas rodovias são mais graves à noite que durante o dia (Arditi et al., 2007; Garber e Zhao, 2002). Entre as possíveis explicações está a de que à noite as condições de visibilidade na via são deficientes e que a iluminação dos trechos em obras pode ofuscar os condutores, que muitas vezes estão cansados ou estão mais propensos a influências de álcool ou drogas durante a noite do que durante o dia (Bryden & Mace, 2002). No entanto, também existem diferenças entre os trechos em obras à noite e durante o dia. Por exemplo, encontram-se mais pistas fechadas à noite do que de dia. O trabalho noturno influencia o número total de acidentes, que também depende do volume de tráfego (ou seja, o volume de tráfego é geralmente muito menor à noite do que durante o dia; porém o trabalho à noite pode reduzir o número de acidentes, embora os acidentes aumentem mais à noite do que durante o dia).

Sistemas de proteção

Amortecedores em veículos de carga: A fim de proteger os trabalhadores nas rodovias, um caminhão com amortecedor traseiro se posiciona/locomove imediatamente em direção aos trabalhadores na via. O amortecedor de choque é um dispositivo que absorve a maior parte da energia de impacto, se for atingido por trás. Assim, por conta dos amortecedores, a gravidade dos ferimentos será menor para os trabalhadores e o dano aos veículos também será diminuído, além da diminuição do risco com feridos. (Haworth et al, 2002). Bryden (2007) mostrou que as colisões com o amortecedor montado na traseira do caminhão em trechos em obras onde se encontram os amortecedores ou barreiras são muitas vezes mais perigosas que as colisões com o obstáculo que está sendo protegido. Isso mostra que o amortecedor montado na traseira do caminhão em si pode ser um fator de risco, que deve ser pesado contra o risco de quando não se utiliza este tipo de proteção.

A separação física entre as pistas ou entre trechos em obras nas rodovias: Consolazio et al. (2003) mostraram que as barreiras de concreto baixas podem reduzir o risco de o veículo sair da pista, sem aumentar os riscos de capotamento.

Impacto na mobilidade

Muitas das medidas descritas neste capítulo destinam-se a reduzir a velocidade média nos trechos em obras nas vias. No entanto, estas medidas não se apoiam em leis que regulamentam trechos em obras nas vias. Muitas vezes a velocidade média diminuiu apenas em uma parte de todo o trecho ao longo da obra (como, por exemplo, nos entrelaçamentos), levando a uma distribuição de velocidade mais suave e a uma melhor gestão do tráfego.

Os exemplos destas medidas são o **entrelaçamento tardio, os limites de velocidade e a velocidade recomendada**. O entrelaçamento tardio pode (em combinação com os sinais de limites de velocidade variáveis) reduzir as filas e os atrasos do tráfego pesado (Beacher et al., 2004; Radwan et al., 2011). Os limites de velocidade variáveis em rodovias com trechos em obras normalmente são utilizados para aumentar a segurança, mas também podem ser utilizados para melhorar o fluxo de tráfego e para aumentar a capacidade do trecho (Kang et al., 2004; Kwon et al., 2007; Lin et al., 2004; Lyles et al., 2003). Os sinais de mensagens variáveis com velocidade recomendada em um trecho em obras podem aumentar a capacidade da rodovia no local (Kwon et al., 2007; Tudor et al., 2003).

Painéis de mensagens variáveis com informações sobre viagens e rotas alternativas, podendo afetar a forma como o tráfego é distribuído na rede viária e reduzir, assim, os atrasos devido a obras rodoviárias (FHWA, 2008; Lee & Kim, 2006).

Trabalho noturno: Com o fechamento de algumas ou de todas as faixas da via, tem-se menos atrasos no tráfego noturno do que no diurno. A obra pode ser menos eficaz à noite (Mushtaq, 2011). O trabalho noturno pode ser ainda absolutamente necessário para evitar grandes problemas no tráfego, especialmente nas estradas que têm ambos os problemas de capacidade e a necessidade de obras (Bryden & Mace, 2002).

Impacto no meio ambiente

Os impactos dos ruídos e a poluição referente às medidas discutidas neste capítulo não foram documentadas. Algumas medidas têm demonstrado uma redução da variação de velocidade e das filas, o que normalmente reduz as emissões. O trabalho noturno pode provocar ruído, o que pode ser um problema para os residentes perto do local das obras viárias.

Custos

Os custos com sinalização de alertas em trechos em obras variam entre as medidas.

Avaliações de custo-benefício

Não há informações sobre o número de acidentes que acontecem no âmbito das obras viárias e quão graves eles são. Por isso, é impossível mensurar o benefício que a sinalização de alerta dos trechos em obras proporciona. Medidas que reduzem a velocidade dos veículos que passam no local podem resultar em acidentes de menor gravidade. Por outro lado, o fluxo do tráfego se torna mais lento. Tem-se um exemplo numérico para ilustrar os possíveis efeitos da sinalização de alerta nas obras.

Supõe-se que a rodovia tenha um VDMA de 2.300 veículos (próximo da média para as rodovias nacionais) e um risco de 0,25 milhão de feridos por quilômetro de rodovia. A sinalização dos trechos em obras das rodovias reduziu este risco em 40%. A velocidade reduzida declarada foi de 66-61 km/h. As obras das rodovias se estendem pelo período de um mês. As medidas de notificação possuem um custo declarado de NOK 10.000.

A economia com custos de acidentes está estimada em NOK 19 milhões e um aumento dos custos de tempo de NOK 9.000. Os benefícios líquidos são, então, de NOK 10 mil, que é igual ao custo da medida. Em rodovias com tráfego mais pesado do que o citado neste exemplo pode ser economicamente mais rentável introduzir mais sinalizações de alerta nas obras do que o previsto neste exemplo.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para sinalização de obras na via são feitas pelo responsável pela via, com base em diretrizes de alerta para as obras viárias. A necessidade

por medidas será considerada conforme cada caso. É proibido executar obras rodoviárias sem a permissão das autoridades rodoviárias. Em cada projeto, um supervisor será nomeado para garantir que os sinais de alerta e bloqueios sejam realizados de acordo com as diretrizes aplicáveis.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos técnicos relativos à sinalização e à proteção em obras rodoviárias estão nas Statens vegvesens (2012), estabelecidas pelo Ministério dos Transportes.

Responsabilidade pela execução da medida

A decisão sobre a redução temporária do limite de velocidade e as sinalizações nas rodovias foram feitas pelo:

- Responsável pela rodovia, municípios e pelas vias privadas;
- Responsável pela via municipal.

Normalmente o responsável solicita. Pode haver uma decisão provisória adequada para proibir todo o tráfego ou restringir o tráfego nas vias públicas, considerando a obra a ser executada na via ou a condição da via onde a obra será executada, ou se as circunstâncias tornam o tráfego perigoso no trecho, ou ainda se o tráfego pode causar danos à via.

As decisões sobre as restrições em uma rodovia de determinada região cabem ao concessionário ou a quem estiver incumbido de autorizar e, para as estradas municipais, as decisões cabem à autoridade designada.

As despesas com sinalização de advertência em obras rodoviárias são de responsabilidade da autoridade estadual, distrital e municipal, sendo de responsabilidade do município tanto as vias como as rodovias municipais, com o dever de realizar a manutenção obrigatória.

REFERÊNCIAS

- Abdel-Aty, M. & Pande, A. (2005). Identifying crash propensity using specific traffic speed conditions. *Journal of Safety Research*, **36**(1), 97-108.
- Abdel-Aty, M., & Abdalla, F. M. (2004). Linking roadway geometrics and real-time traffic characteristics to model daytime freeway crashes: Generalized estimating equations for correlated data. *Transportation Research Record*, **1897**, 106-115.
- Abdel-Aty, M., Devarasetty, P. C., & Pande, A. (2009). Safety evaluation of multilane arterials in Florida. *Accident Analysis & Prevention*, **41**(4), 777-788.
- Abdel-Aty, M., Uddin, N. & Pande, A. (2005). Split models for predicting multivehicle crashes during high-speed and low-speed operating conditions on freeways. *Transportation Research Record*, **1908**, 51-58.
- Abraham, D. M., Spadaccini, J. J., Burgess, B. B., Miller, L. R. & Valentin, V. (2007). *Evaluating and enhancing the safety of nighttime construction projects*. Report FHWA/IN/JTRP-2007/14. Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation at Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- Adam, V. & S. C. Shah. (1974). Evaluation of Open-Graded Plant-Mix Seal Surfaces for Correction of Slippery Pavements. *Transportation Research Record*, **523**, 88-96.
- Al-Masaeid, H.R. (1997). Impact of pavement condition on rural road accidents. *Canadian Journal of Civil Engineering*, **24**, 523-531.
- Al-Masaeid, H.R., Sinha, K.C. & Kuczek, T. (1993). Evaluation of safety impact of highway projects. *Transportation Research Record*, **1401**, 9-16.
- Amundsen, C.E., Håland, S., French, H., Roseth, R., Kitterød, N.O., Pedersen, P.A., and Riise, G. (2010). *Environmental Damages caused by road salt – a literature review*, Technology Report 2587, Norwegian Public Roads Administration, Oslo, Norway.
- Amundsen, F. H. (1983). *Trafikkulykker og kjøreatferd på mørke og lyse vegdekker*. TØI-notat 654. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1986) *Trafikkskiltenes tilstand og vedlikehold. En gjennomgang av trafikkskiltenes betydning og vedlikeholdsmessige standard*. Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Andersson, A. K. (2010). *Winter road conditions and traffic accidents in Sweden and UK – present and future climate scenarios*. University of Gothenburg, Department of Earth Sciences. Physical Geography. Doctoral thesis A131. Gothenburg, Sweden. 32pp + app.
- Andersson, K. (1978). *Kemisk halkbekämpning. Effekt på trafikolyckor*. VTI-rapport 145. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Andreescu, MP., & Frost, D.B. (1998). Weather and traffic accidents in Montreal, Canada. *Climate Research*, **9**, 225-230.
- Andrey, J., Mills, B. & Vandermolten, J. (2001). *Weather Information and Road Safety*. Paper Series – No. 15, The Institute for Catastrophic Loss Reduction, Toronto, Canada.
- Andrey, J.C., Mills, B., Leahy, M. & Suggett, J., (2003). Weather as a chronic hazard for road transportation in Canadian cities. *Natural Hazards*, **28**, 319- 343.
- Anund, A. (1992). *Vägytans inverkan på fordonsbastigheter*. VTI-meddelande 680. Väg- och TrafikInstitutet (VTI), Linköping.
- Arditi, D., Lee, D.E. & Polat, G. (2007). Fatal accidents in nighttime vs. daytime highway construction work zones. *Journal of Safety Research*, **38**, 399-405
- Arnberg, P. W. (1976). *Fordons bastigheter och sidaccelerationer före och efter ytandbehandling av grusvägar*. VTI-rapport 112. Statens väg- och trafikandinstitut (VTI), Linköping.
- Arnfelt, H. (1943). *Damage on Concrete Pavements by Wintertime Salt Treatment*, Meddelande 66, State Road Institute, Stockholm, Sweden. (in Swedish, with English summary)
- Aronsson, A., Barklund, P., Ehnström, M., Karlman, S., Lavsund, S., Lesinski, J.A., Nihlgård, B., and Westman, L. (1995). *Ska-dor på barrträd. Skogsstyrelsen*, Jönköping, Sweden.
- Bai, Y. & Li, Y. (2011). Determining the drivers' acceptance of EFTCD in highway work zones. *Accident Analysis & Prevention*, **43**(3), 762-768.
- Bai, Y., Huang, Y., Schrock, S. D., & Li, Y. (2011). *Determining the effectiveness of graphic-aided dynamic message signs in work zones*. Report TPF-5(081) & DOT Contract #12065. University of Kansas.
- Beacher, A. G., Fontaine, M. D. & Garber, N. J. (2004). *Evaluation of the late merge work zone traffic control strategy*. Report FHWA/VTRC 05-R6; Federal Highway Administration, Washington, DC.
- Benekohal, R. F. & Shu, J. (1992). *Speed reduction effects of changeable message signs in a construction zone*. Report FHWA/IL/UI-239. Department of Civil Engineering, University of Illinois, Urbana, IL.
- Benekohal, R. F. (1992). *Speed reduction methods and studies in work zones. A summary of findings*. Report No. FHWA-IL/UI-243.
- Benekohal, R. F., Hajbabaie, A., Medina, J. C., Wang, M. & Chitturi, M. V. (2010). *Speed photo-radar enforcement evaluation in Illinois work zones*. Urbana, IL: Illinois Center for Transportation.
- Bergström, A. & Magnusson, R. (2002). Potential of transferring car trips to bicycle during winter. *Transportation Research – Part A*, **37**, 649-666.
- Bergström, A. (2003). *More Effective Winter Maintenance Method for Cycleways*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1824, Highway Maintenance Safety, Support, and Services, Maintenance, Paper No. 03-2061. Transportation Research Board. Washington.

- Bertilsson, S. (1987). *Trafiksäkerhetseffekter av Vägverkets vinterhållningsåtgärder 1972-1985*. Publikasjon 1987:55. Statens Vägverk, Borlänge.
- Bham, G. H. & Mohammadi, M. A. (2011). *Evaluation of work zones speed limits: An objective and subjective analysis of work zones in Missouri*. Report TPF-5(081) & DOT Contract # 09811. Missouri University of Science and Technology; Civil, Architectural and Environmental Engineering, Rolla, MO.
- Birst, S., & Smadi, M. (2009). *Evaluation of North Dakota's fixed automated spray technology systems*. Report. Advanced Traffic Analysis Center, Upper Great Plains Transportation Institute, North Dakota State University, Fargo, ND.
- Björketun, U. (1983). *Försök med förbättrad vinterberedskap. Analys av inträffade trafikolyckor*. VTI-rapport 248. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Bjørnskau, T. (2011). *Sikkerhetseffekter av salting*. TØI rapport 1171/2011. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørvik, K. (2006). *Etterslep knyttet til vegdekker*. Asfaltkonferanse Molde, 2006. <http://www.vegvesen.no/vegdekke/filer2006/5%20Kjell%20Bjorvik%20Etterslep%20p%C3%A5%20asfaltdekkene.pdf>
- Bonnot, J. (1997). French experience of porous asphalt. *Proceedings of second European conference on porous asphalt*, Madrid, March 12-14, 1997.
- Borger, A. (1991). *Underrapportering av trafikkulykker*. TØI-notat 975. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borowsky, A., D. Shinar, et al. (2008). Sign location, sign recognition, and driver expectancies. *Transportation Research, Part F*, 459-465.
- Bowie, J. M. (2003). *Efficacy of speed monitoring displays in increasing speed limit compliance in highway work zones*. A thesis submitted to the faculty of Brigham Young University.
- Brailly, M. C. Porous macadam and road safety. In *VTI-konferens 10A, Part 7, 9th international conference road safety in Europe*, Bergisch-Gladbach, September 21-23, 1998.
- Brewer, M. A., Pesti, G. & Schneider, W. (2006). Improving compliance with work zone speed limits: Effectiveness of selected devices. *Transportation Research Record*, **1948**, 67-76.
- Brod, H.G. (1993). *Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik. Heft V2.
- Brodsky, H. & A. S. Hakkert (1988). Risk of a road accident in rainy weather. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 161-176.
- Brudal, H. (1961). *Vegdekkers rubet. Fortsatt forskning*. Rapporter og diskusjon i forandbindelse med Nordisk Vegteknisk Forbunds utvalg for bituminose bindemidler og belegningers møte i Norge 18-20 oktober 1960. Meddelelse 13. Statens vegvesen, Veglaboratoriet, Oslo.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1980). *Samband vintertid mellan väderlek-väglag-trafikolyckor. Statistisk bearbetning och analys*. VTI-rapport 210. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Bryden, J. E. & Mace, D. (2002). *Guidelines for design and operation of nighttime traffic control for highway maintenance and construction*. NCHRP Report 476. Transportation Research Board, Washington, DC.
- Bryden, J. E. (2007). *Work zone crashes involving traffic control devices, safety features, and work vehicles and equipment*. TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM.
- Bu, C. (2010). *Veisalt engasjerer NAFs medlemmer*. SVVs saltkonferanse 27.-28. okt. 2010.
- Burgè, P.L., Travis, K. & Rado, Z. (2001). *A comparison of transverse tined and longitudinal diamond ground pavement texturing for newly constructed concrete pavement*. Transportation research Board.
- Burns, E. N., C. J. Dudek & O. J. Pendleton. (1989) *Construction Costs and Safety Impacts of Work Zone Traffic Control Strategies, Volume II: Informational Guide*. FHWA-RD-89-210. Federal Highway Administration, Georgetown Pike.
- Burns, E. N., Dudek, C. J. & Pendleton, O. J. (1989). *Construction Costs and Safety Impacts of Work Zone Traffic Control Strategies, Volume II: Informational Guide*. FHWA-RD-89-210. Federal Highway Administration, Georgetown Pike.
- Burns, J. C. (1981). Roughness and Roadway Safety. *Transportation Research Record*, **836**, 8-14.
- Bäckman, L. (1980). *Vintervägsaltets miljöpåverkan*. VTI-rapport 197. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Cairney, P. & Styles, E. (2005). *A pilot study of the relationship between macrotexture and crash occurrence*. Road Safety Research Report CR223. ARRB Transport Research Victoria, Australia.
- Cairney, P. (2006). *Road Surfacing Revisited – a new look at an old countermeasure*. ARRB.
- Caliendo, C., Guida, M. & Parisi, A. (2007). A crash-prediction model for multilane roads. *Accident Analysis & Prevention*, **39**, 657-670.
- Carlsson, G. & G Öberg. (1977). *Ytbehandling av grusvägar. Trafik- och friktionsstudier*. VTI-rapport 119. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Carlsson, G. (1978). *Ytbehandling av grusvägar. Uppföljning av friktion, hastigheter och sidoläge efter ett år*. VTI-meddelande 98. Statens väg- och trafikandinstitut (VTI), Linköping.
- Cenek, P.D. & Davies, R.B. (2004). *Crash risk relationships for improved safety management of roads*. Towards Sustainable Land Transport Conference, Wellington, New Zealand.
- Christensen, P. & Ragnøy, A. (2006). *Vegdekkets tilstand og trafikksikkerhet (The condition of the road surface and safety)*. TØI Report 840/2006. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Cleveland, D. E. (1987). Effects of Resurfacing on Highway Safety. In: *Relationship Between Safety and Key Highway Features, A Synthesis of Prior Research*, 78-95. State of the Art Report 6, Transportation Research Board, Washington DC.
- Commandeur, J.J.F.; Bijleveld, F.D.; Braimaister, L.G.; Janssen, S.T.M.C. (2002). *De analyse van ongeval-, weg-, en verkeerskenmerken van de Nederlandse rijkswegen*. Report R-2002-19. Leidschendam, SWOV Institute for Road Safety Research.

- Consolazio, G. R., Chung, J. H. & Gurley, K. R. (2003). Impact simulation and full scale crash testing of a low profile concrete work zone barrier. *Computers & Structures*, **81**(13), 1359-1374.
- Cooper, D. R. C., P. G. Jordan & J. C. Young. (1980). *The effect on traffic speeds of resurfacing a road*. TRRL Supplementary Report 571. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Craus, J., M. Livneh & I. Ishai. (1991). Effect of Pavement and Shoulder Condition on Highway Accidents. *Transportation Research Record*, **1318**, 51-57.
- Crinson, L., & Martin, J. (2008). *An assessment of the effect of de-icers on skidding accidents*. Published Project Report PPR220. Transport Research Laboratory.
- Daniel, J., Dixon, K. & Jared, D. (2000). Analysis of fatal crashes in Georgia work zones. *Transportation Research Record*, **1270**. Washington: TRB, National Research Council.
- Davies, R.B., Cenek, P.D. & Henderson, R.J. (2005). The effect of skid resistance and texture on crash risk. *International Surface Friction Conferencem Christchurch*, new Zealand. <http://www.surfacefriction.org.nz/>
- Dearinger, J. A. & J. W. Hutchinson. (1970). *Cross Section and Pavement Surface. Chapter 7 of Traffic Control and Roadway Elements - Their Relationship to Highway Safety*. Revised Edition. Highway Users Federation for Safety and Mobility, Washington DC.
- Debnath, A. K., Blackman, R. A. & Haworth, N. L. (2012). *A review of the effectiveness of speed control measures in roadwork zones*. Occupational Safety in Transport Conference, 20-21 September 2012, Crowne Plaza, Gold Coast, QLD.
- DeSilva, H. (2001). *Road safety benefits of improved skid resistance: a valuation procedure*. ARRB Transport Research Conference. Melbourne, Victoria.
- Dissanayake, S., & Liu, L. (2010). *Geometric design and other characteristics affecting operating speeds on gravel roads*. Paper presented at the 4th International Symposium on Highway Geometric Design.
- Dixon, K. K. & Wang, C. (2002). *Effectiveness of changeable message signs in controlling vehicle speeds in work zones*. Report FHWA/VTRC 98-R10. Virginia Transportation Research Council.
- Drakopolous, A. & Kuemmel, D.A. (2007). *Wet pavements crash study of longitudinal and transverse tined pavement*. Report WHRP 07-04. Madison: University of Wisconsin.
- Edwards, JB. (1999). The temporal distribution of road accidents in adverse weather. *Meteorological Applications*, **6**, 59-68.
- Eikanger, M. (1983). *Hastighetsmålinger ved asfalteringsarbeid*. Arbeidsdokument av 22.7.1983 (prosjekt O-1005, revisjon arbeidsvarsling). Transportandøkonomisk institutt, Oslo.
- Eisenberg, D. & Warner, K.A., (2005). Effects of snowfalls on motor vehicle collisions, injuries and fatalities. *American Journal of Public Health*, **95**, 120-124.
- Elvik, R. & Greibe, P. (2005). Road safety effects of porous asphalt: a systematic review of evaluation studies. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 515-522.
- Elvik, R. (1991). *Hva koster ulykkene samfunnet?* Rapport 100. Transportandøkonomisk institutt og Skadeforebyggende Forum, Oslo.
- Elvik, R. (1996). *Enbetskostnader for veg- og trafikktekniske tiltak*. Arbeidsdokument TST/0722/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (2003). Assessing the validity of road safety evaluation studies by analysing causal chains. *Accident Analysis & Prevention*, **35**(5), 741-748.
- Elvik, R. (2006). *Road safety inspections: safety effects and best practice guidelines*. Report 850. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. (2009). *The power model of the relationship between speed and road safety*. TØI-report 1034. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R., Mysen, A. B., & Vaa, T. (1997). *Trafikksikkerhetsbåndboken*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Eriksen, T. & T. Vaa. (1994). *Bedre vintervedlikehold gir færre ulykker. Resultater fra prøveprosjekt på Ytre Ringveg*. Rapport STF63 A94009. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Erke, A. & Elvik, R. (2006). *Effektkatalog for trafikkikkerhetstiltak (Road safety measures: A catalogue of estimated effects)*. TØI-Report 851/2006. Oslo: Institute of Transport Economics.
- FHWA (2008). *Comparative analysis report: The benefits of using intelligent transportation systems in work zones*. Report FHWA-HOP-09-002. US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Firman, U., Li, Y. & Bai, Y. (2009). *Determining the effectiveness of portable changeable message signs in work zones*. 2009 Mid-Continent Transportation Research Symposium, Ames, Iowa.
- Fontaine, M. D. & Carlson, P. J. (2001). Evaluation of speed displays and rumble strips at rural maintenance work zones. *Transportation Research Record*, **1754**, 27-38.
- Ford, S. H. and E. C., Calvert (2003). Evaluation of a low-cost program of road system traffic safety reviews for county highways. *Transportation Research Record*, **1819**, 231-236.
- Freeman, M., Mitchell, J. & Coe, G. A. (2004). *Safety performance of traffic management at major motorway road works*. TRL Report TRL595.
- Frey, W. & Thee, P. (2002). Avalanche protection of windthrow areas: A ten year comparison of cleared and uncleared starting zones. *Forest Snow and Landscape Research*, **77**, 89-107.
- Friberg, F. (2007). *Lugnare arbete på väg*. Publikation 2007:26; Vägverket.
- Fu, L., Perchanok, M. S., Miranda-Moreno, L. F., Shah, Q. A. & Lee, C. (2005). *Effects of winter weather and maintenance treatments on highway safety*. Final Report HIIFP-019. Department of Civil Engineering, University of Waterloo, Ontario, Canada.

- Fudala, N. J. & Fontaine, M. D. (2010). *Work zone variable speed limit systems: Effectiveness and system design issues*. Report FHWA/VTRC 10-R20. Virginia Transportation Research Council. Charlottesville, Virginia.
- Gabestad, K. O. & A. Ragnøy. (1982). *Samfunnsøkonomiske konsekvenser i vinterandvedlikeholdet*. Sammendrag. Rapport. Transportøkonomisk institutt og Vegdirektoratet, Oslo.
- Gabestad, K. O. (1988). *Føreforholdsbeskrivelse. Føreforholdsbegreper i Norden*. TØI-notat 839. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Gabestad, K. O., F. H. Amundsen & N. Skarra. (1988). *Trafikantatferd på vinterføre. En undersøkelse av biltrafikantenes tilpassing av reiseomfang og reisetidspunkt*. Rapport 10. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Gallaway, B.M., Benson, F.C., Mounce, J.M., Bissell, H.H. & Rosenbaum, M.J. (1982). *Pavement Surface. Chapter 2 of Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements*. Volume 1. Report FHWA-TS-82-232. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Offices of Research, Development, and Technology, Washington DC.
- Garber, N. J. & T.-S. Hugh Woo. (1991). Effectiveness of Traffic Control Devices in Reducing Accident Rates at Urban Work Zones. *Transportation Quarterly*, **45** (2), 259-270.
- Garber, N.J. & Zhao, M. (2002). *Crash characteristics at work zones*. Report VTRC 02-R12. Virginia Transportation Research Council.
- Geedipally, S.R. (2005). *Analysis of traffic accidents before and after resurfacing - a statistical approach*. Examensarbete Linköpings universitet, Tekniska högskolan.
- Gilfillan, G. (2000). Road safety benefits of liquid anti-icing strategies and agents: Kamloops, British Columbia, Canada. *Transportation Research Record*, **1700**, 24-31.
- Gintalas, V., Zilioniene, D., Dimaitis, M., Lukosaitis, T., Lipneviciute, K., & Vitkiene, J. (2008). Analysis of design solutions in the objects of gravel roads paving programme in terms of traffic safety. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, **3**(2), 93-100.
- Gorrill, D. (2007). *Transverse rumble strips. Transportation Research Synthesis*, TRS0701, 1-5.
- Gothie, M. (2001). Could adherence and road geometry be used to identify the areas of risk? *International Conference Traffic safety on Three Continents*, Moskva.
- Graham, J. L., R. J. Paulsen & J. C. Glennon. (1978). Accident Analyses of Highway Construction Zones. *Transportation Research Record*, **693**, 25-32.
- Guldvog, B., A. Thorgersen & Ø. Ueland. (1992). *Ulykker, vold og selvpåført skade. Personskaderapport*. Rapport nr 1/92. Seksjon for forebyggende og helseandfremmende arbeid. Statens Institutt for Folkehelse, Oslo.
- Hagen, K- E. (1995). Gateulykker - et forsømt område for ulykkesforebygging i Norge? I: *Kostnader til skadeforebygging*. Innlegg presentert på seminar på Vette Hotell, Asker, 28. og 29. august 1995, 15-22. (Elvik, R.; Lund, J. eds). TØI-notat 1012. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1990). *Økonomisk vurdering av fotgjengerfall på vinterføre i Drammen*. Rapport 64. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hall, J. & Wrage, E. (1997). *Controlling vehicle speeds in highway construction zones*. Santa Fe, NM: New Mexico State Highway and Transportation Department.
- Hammersland, E., Norem, H. & Hustad, A. (2000). *Evaluation of measures for snow avalanche protection of roads*. Snow Engineering, Recent Advances and Developments, 4th Int. Conf. on Snow Engineering, Trondheim.
- Hankins, K.D., Morgan, R.B., Ashkar, B., Tutt, P.R. (1971). Influence of Vehicle and Pavement Factors on Wet-Pavement Accidents. *Highway Research Record*, **376**, 66-84.
- Hanley, K.E., Gibby, A.R. & Ferrara, T.C. (2000). Analysis of accident reduction factors on California state highways. *Transportation Research Record*, **1717**, 37-45.
- Harwood, D.W., Rabbani, E.R.K., Richard, .R., McGee, H.W. & Gittings, G.L. (2003). *Systemwide impact of safety and traffic operations design decisions for 3R projects*. NCHRP Report 486.
- Harwood, W. (1993). *Use of rumble strips to enhance safety*. Synthesis of Highway Practice 191, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Hatcher, C. W. (1974). Grooving streets and highways can help stop skid crashes. *Traffic Engineering*, **April**, 14-15.
- Hatherly, L. W. & A. E. Young. (1977). The Location and Treatment of Urban Skidding Hazard Sites. *Transportation Research Record*, **623**, 21-28.
- Hatherly, L. W. & D. R. Lamb. (1971). Accident prevention in London by road surface improvements. *Traffic Engineering and Control*, **12**, 524-529.
- Hauer, E., D. Terry & M. S. Griffith. (1994). Effect of Resurfacing on Safety of Two-Lane Rural Roads in New York State. *Transportation Research Record*, **1467**, 30-37.
- Haworth, N., Symmons, M. & Mulvihill, C. (2002). *Safety of small workgroups on roadways*. Melbourne, Victoria: Monash University Accident Research Centre.
- Hegmon, R. R. (1987). Tire-Pavement Interaction. *Public Roads*, **51**, 1, 5-11.
- Hendix, J., Owens, I, Carran, W. & Carran, A. (2006). *Avalanche risk evaluation with practical suggestions for risk minimisation: A case study of the Milford road, New Zealand*. Proceedings of the 2006 International Snow Science Workshop, Telluride, Colorado.
- Herbst, G. H. & Holzhammer, C. (1995). Performance of porous asphalts on Austrian motorways. *Proceedings of XXth world road congress*, Montreal.

- Hjort, M et al. (2008). *Bussars trafiksäkerhet vintertid*. VTI rapport 618, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Holt, A. G. (1993) *Undersøkelse av vegvedlikehold og kjøreforhold - vinteren 1992/93*. Rapport STF63 A93008. SINTEF Samferdselsteknikk, (Utgitt av Vegdirektoratet, Driftsavdelingen). Trondheim.
- Horowitz, A. & Notbohm, T. (2005). *Testing temporary work zones rumble strips*. Research Report. Milwaukee, WI: University of Wisconsin.
- Hudson, K.C. & Mumm, P. (2003). Six years of calcined bauxite. *ARRB Transport Research Conference*. Cairns, Queensland.
- Huebschman, C. R., Garcia, C., Bullock, D. M., and Abraham, D. M. (2003). *Construction Work Zone Safety*. Report No. FHWA/IN/JTRP-2002/34, Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- Hvoslef, H. (1976). *Vegsalting og trafiksikkerhet*. TØI-notat 238, revidert utgave mars 1976. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hvoslef, H. (1994). *Syklistulykker i Norge. Hva er problemet?* Notat 30.94.853. Revidert 23.3.1994. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Trafikksikkerhetsandkontoret, Oslo.
- Idewu, W. I. A. & Wolshon, B. (2010). Joint merge and its impact on merging speeds in lane reduction areas of construction zone. *Transportation Research Record*, **2169**, 31-39.
- Ihs, A., Velin, H. & Wicklund, M. (2002). *Vägytans inverkan på trafiksäkerheten. Data från 1992-1998*. VTI meddelande 909.
- Ishak, S., Qi, Y. & Rayaprolu, P. (2012). Safety evaluation of joint and conventional lane merge configurations for freeway work zones. *Traffic Injury Prevention*, **13**(2), 199-208.
- Ishida, T; Takemoto, H. & Ueno, H. (2006). *Site-selection and evaluation of "barrier-free" measures for winter pedestrian spaces*. Paper presented at the XIIth PIARC Winter Road Congress, March 2006, Torino, Italy. <http://publications.piarc.org/en/search/detail.htm?publication=2068&solo>
- Ivey, D. L., Keese, C.J.; Neill, A.H.; Brenner, C. (1971). Interaction of Vehicle and Road Surface. *Highway Research Record*, **376**, 40-53.
- Ivey, D.L. Griffin, L.I.; Newton, T. M.; Lytton, R.L. (1981). Predicting wet weather accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **13**, 83-99.
- Jin, T. G., Saito, M. & Eggert, D. L. (2008). Statistical comparisons of the crash characteristics on highways between construction time and non-construction time. *Accident Analysis & Prevention*, **40**(6), 2015-2023.
- Joerger, M. (2010). *Photo radar speed enforcement in a state highway work zone: Demonstration project yeon avenue*. Salem, OR: Oregon Department of Transportation.
- Johansson Thunqvist, E.-L. (2003). *Estimating chloride concentration in surface water and ground water due to deicing salt application*. PhD-thesis, Report TRITA-LWR PHD 1006, Department of land and water resources engineering, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Johansson, Ö. (2002). Accidents, speed and salt consumption on roads in winter. *Proceedings of the 11th International Winter Road Congress*, World Road Association (PIARC), 26-28 January, Sapporo, Japan.
- Kallberg, V-P. (1993). *Teiden suolauksen vähentämiskokeilu Kuopion tiepiirissä. Vaikuandukset talvella 1992-1993*. Tielaitoksen selvityskl 86/1993. Tielaitos, Liikenteen palvelukeskus, Helsinki.
- Kallberg, V-P. (1996). Experiment with reduced Salting of Rural Main Roads in Finland. *Transportation Research Record*, **1533**, 32-37.
- Kang, K., Chang, G. & Zou, N. (2004). Optimal dynamic speed-limit control for highway work zone operations. *Transportation Research Record*, **1877**, 77-84.
- Karan, M. A., R. Haas & R. Kher. (1976). Effects of Pavement Roughness on Vehicle Speeds. *Transportation Research Record*, **602**, 122-127.
- Karr, J. I. (1972). *Evaluation of minor improvements - part 8, grooved pavements. Final Report*. Report CA-HY-TR-2151-4-71-00. Diviandson of Highways, Sacramento, CA, California.
- Kemper, W. J., H. S. Lum & S. C. Tignor (1984). The Safety of Narrow Lanes for Traffic Control at a Construction Site. *Public Roads*, **47** (4), 119-124, 1984.
- Khattak, A. J., & Knapp, K. K. (2001). Interstate highway crash injuries during winter snow and nonsnow events. *Transportation Research Record*, **1746**, 30-36.
- Khattak, A.J., Khattak, A.J. & Council, F.M. (2002). Effects of work zone presence on injury and non-injury crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 19-29.
- Kielland, J. B. (1988). *Kostnad og nytte av drengsfalt. En eksempelstudie for hovedvegnettet i Sarpsborg/Fredrikstad-området*. Statens Forurensningsmyndighetsrapport, Oslo.
- Kilpeläinen, M., & Summala, H. (2007). Effects of weather and weather forecasts on driver behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **10**(4), 288-299.
- Knapp, K. K., Kroeger, D. & Giese, K. (2000). *Mobility and safety impacts of winter storm events in a freeway environment: Final report*. Center for Transportation Research and Education, Iowa State University.
- Koetse, M.J. & Rietveld, P. (2009). The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings. *Transportation Research, Part D*, **14**, 205-221.
- Kolsrud, B; & G. K. Nilsson. (1983). *Beläggning av grusvägar med Y1G*. VTI-meddelande 282. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Kulmala, R. & Rämä, P. (1995). The effects of weather and road condition warnings on driver behaviour. *Proceedings of the Conference on Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP)*, Prague, p. 169-178.

- Kwon, E., Brannan, D., Shouman, K., Isackson, C. & Arseneau, B. (2007). Development and field evaluation of variable advisory speed limit system for work zones. *Transportation Research Record*, **2015**, 12-18.
- Larsson, J. (2009). *Fotgängaretrafiksäkerhetsproblem. Skadeutfallenligt polisrapportering och sjukvård*. VTI report 671, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Leden, L. & M. Salusjärvi. (1989). *Trafiksäkerhet och vägytans egenskaper (TOVE). Samband mellan belägningens ålder och trafiksäkerheten*. VTT meddelanden 1076. Statens Tekniska Forskningscentral (VTT), Esbo.
- Leden, L. & O. Hämäläinen. (1994). The effect of resurfacing on friction, speeds and safety on main roads in Finland. Paper submitted to *Accident Analysis and Prevention*, draft 11.11.
- Leden, L., Hämäläinen, O. & Manninen, E. (1998). The effect of resurfacing on friction, speeds and safety on main roads in Finland. *Accident Analysis and Prevention*, **30**, 75-85.
- Lee, E.-B., & Kim, C. (2006). Automated work zone information system on urban freeway rehabilitation. *Transportation Research Record*, **1948**, 77-85.
- Lie, D. A. (1981). *Salting og ulykker. En undersøkelse av saltingens betydning for ulykkestallet. For perioden 1974-1980*. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Lin, P.-W., Kan, K.-P. & Chang, G.-L. (2004). Exploring the effectiveness of variable speed limit controls on highway work-zone operations. *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*, **8(3)**, 155-168.
- Lindheimer, T. E. (2010). *Safety evaluation of work zone practices in Utah*. Thesis, Utah State University.
- Lofthaug, J.K. (2011). *Hvordan arbeider vi med å ta igjen etterslep på veg - forfallsprosjektet. Statens vegvesen, Region Sør*. http://www.vegvesen.no/Fag/Veg+og+gate/Prosjektering+og+bygging/Bransjekontakt+og+nettverk/Bransjekontakt+2012+Region+sor/_attachment/393999?_ts=13ac0980c28.
- Lund, J. (1989). *Nasjonal ulykkes- og skadestatistikk. Oversikt over ulykkes- og skadeandemonsteret i Norge basert på ett års skadedata ved sykehusene/legeandvaktene i Harstad, Trondheim og Stavanger 1/7 1985 - 30/6 1986*. Rapport fra Skaderegisteret nr 4 - 1989. Statens Institutt for Folkehelse, Oslo.
- Lyles, R. W., Taylor, W. C., Lavansiri, D. & Grossklau, J. (2003). *A field test and evaluation of variable speed limits in work zones*. TRB 2004 Annual Meeting CD-ROM.
- Lyles, R.W.; Lighthizer, D.R.; Drakopoulos, A.; Woods, S. (1986). Efficacy of Jurisdiction-Wide Traffic Control Device Upgrading. *Transportation Research Record*, **1068**, 34-41.
- Mackenzie, J., & Anderson, R. W. G. (2009). *The potential effects of electronic stability control interventions on rural road crashes in Australia: Simulation of real world crashes: Austroads*.
- Maclean, A. D. (1979). *M6 reconstruction 1976: two-way traffic using narrow lanes*. TRRL Supplementary Report 474. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Mahone, D. C. & S. N. Runkle. (1972). Pavement Friction Needs. *Highway Research Record*, **396**, 1-11.
- Mao, Y., Zhang, J., Robbins, G., Clarke, K., Lam, M., & Pickett, W. (1997). Factors affecting the severity of motor vehicle traffic crashes involving young drivers in Ontario. *Injury Prevention*, **3(3)**, 183-189.
- Margreth, S. & Roth, A. (2008). Interaction of flexible rock fall barriers with avalanches and snow pressure. *Cold Regions Science and Technology*, **51**, 168-177.
- Margreth, S., Stoffel, L. og Wilhelm, C. (2003). Winter opening of high alpine pass roads—analysis and case studies from the Swiss Alps. *Cold Regions Science and Technology*, **37**, 467-482.
- Marlow, M. & R. D. Coombe (1989). *A study of the safety of major motorway roadworks in 1987*. Research Report 223. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Mattox, J. H., Sarasua, W. A., Ogle, J. H., Eckenrode, R. T. & Dunning, A. (2007). *Development and evaluation of a speed-activated sign to reduce speed in work zones*. TRB 86 Annual Meeting. Compendium of papers. Paper 07-0015.
- McCoy, P. T. & Pesti, G. (2001). Dynamic late merge-control concept for work zones on rural interstate highways. *Transportation Research Record*, **1745**, 20-26.
- Meyer, E. (2000). *Evaluation of two strategies for improving safety in highway work zones*. Proceedings of the Mid-Continent Transportation Symposium, Ames, IA.
- Migletz, J., Graham, J. L., Anderson, I. B., Harwood, D. W. & Bauer, K. M. (1999). Work zone speed limit procedure. *Transportation Research Record*, **1657**, 24-30.
- Miles, J. D., Carlson, P. J., Pratt, M. P. & Thompson, T. D. (2005). *Traffic and operational impacts of transverse, centerline, and edgeline rumble strips*. Report FHWA/TX-05/0-4472-2. Texas Transportation Institute. The Texas A&M University System. College Station, Texas.
- Miller, L., Mannering, F. & Abraham, D. (2009). Effectiveness of speed control measures on nighttime construction and maintenance projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, **135**, 614-619.
- Miller, M.M. & Johnson, H.D. (1973). *Effects of resistance to skidding on accidents: surface dressing on an elevated section of the M4 motorway*. Transport and Road Research Laboratory Report LR 542.
- Mushtaq, M. A. (2011). *Measuring work zone throughput and user delays*. Thesis, University of Waterloo. Waterloo, Ontario, Canada.
- Muskaug, R. (1995). *Trafikskilting i Norden. Situasjonsbeskrivelse og grunnlag for framtidig forenkling og harmonisering. TemaNord 1995, 547*. Nordisk Ministerråd, København.
- Möller, S. (1988). *Beräkning av olyckskvot vid olika väglag med hjälp av schabloner*. VTI-meddelande 584. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.

- Möller, S., C-G. Wallman & N. P. Gregersen. (1991). *Vinterväghållning i tätort - trafikansäkerhet och framkomlighet*. TFB og VTI forskning/research 2, 1991. Transportforskningsberedningen, Stockandholm.
- Nelson English, Loxton & Andrews Pty Ltd. (1988). *An analysis of the relationship between road improvements and road safety*. Report CR 75.
- Nemeth, Z. A. & D. J. Migletz (1978). Accident Characteristics Before, During and After Safety Upgrading Projects on Ohio's Rural Interstate System. *Transportation Research Record*, **672**, 19-24.
- Nilsson, B. & T. Vaa. (1991). *Salting og trafikksikkerhet*. Forprosjekt. Rapport STF63 A91013. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Niska, A. (2006). *Tema Vintermodell. Olycksrisiker och konsekvenser för olika olyckstyper på is- och snöväglag*. VTI rapport 556 2006.
- Norem, Harald (2009). *A winter maintenance strategy for roads based on climatic factors*. VTI rapport 630A.
- Norrman, J., Eriksson, M. & Lindqvist, S. (2000). Relationships between road slipperiness, traffic accident risk and winter road maintenance activity. *Climate Research*, **15**, 185-193.
- Noyce, D.A., Bahia, H.U., Yambo, J.M. & Kim, G. (2005). *Incorporating road safety into pavement management. maximizing asphalt pavement surface friction for road safety improvements*. Midwest Regional University Transportation Center Traffic Operations and Safety TOPS Laboratory.
- Nygaard, B. & H.-E. Pettersson (1982). *Effektmätning av ny metod för körfältsreduktion vid vägarbete på motorvägar*. VTI-meddelande 275. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Öberg, G, K. Gustafson & L. Axelson. (1991). *Effektiva halkbekämpning med mindre salt. MINSALT-projektets huvudrapport*. VTI-rapport 369. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Öberg, G. (1978). *Effekter av sandning. Trafik- och friktionsstudier*. VTI-rapport 164. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Öberg, G. (1981). *Friktion och resbastighet på vägar med olika vinterväghållning*. VTI-rapport 218. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Öberg, G. (1994). Effekter av saltning och punktsaltning på gator. *TemaNord* 1994, 511. Nordisk Ministerråd, København.
- Öberg, G. (2004). Research for more efficient winter road maintenance and road safety. *Routes/Roads no. 322*, **II**, 117-123.
- Öberg, G. (2011). *Skadefotgängare. Fokuspå drift och underhåll vid analys av sjukvårdsregistrerade skadade i STRADA*. VTI rapport 705, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.
- Öberg, G., Arnberg, R.W., Carlson, G., Helmers, G., Jutengren, K. & Land, P-G. (1985). *Experiments with unsalted roads. Final report*. VTI-rapport 282A. Swedish Road and Traffic Research Institute (VTI), Linköping.
- Öberg, G.; Gustafson, K. & Axelson, L. (1991). *Effektiva halkbekämpning med mindre salt. MINSALT-projektshuvudrapport*. VTI rapport 369. Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Öberg, G. (1996). *Fotgängares och cyklisters singelolyckor*. VTI meddelande 799, Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping.
- Oh, C., Oh, J., Ritchie, S. & Chang, M. (2001). *Real time estimation of freeway accident likelihood*. Paper presented at the 80th annual meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Olje- og Energidepartementet (2011-2012). *Hvordan leve med farene – om flom og skred*. Melding til Stortinget 15.
- Outcalt, W. (2001). *Centerline rumble strips*. Report CDOT-DTD-R-2001-8. Colorado Department of Transportation Research Branch.
- Oxley, J., Corben, B., Koppel, S., Fildes, B., Jacques, N., Symmons, M. & Johnston, I. (2004). *Cost-effective infrastructure measures on rural roads*. MUARC Report 217.
- Pardillo Mayora, J. M., & Jurado-Pina, R. (2008). *Effects of pavement friction improvement on crash rates on Spanish two-lane rural roads*. Paper presented at the Transportation Research Board 87th Annual Meeting.
- Parry, A.R. & Viner, H.E. (2005). *Accidents and the skidding resistance standard for strategic roads in England*. Report TRL 622. Berkshire, UK: Transport Research Laboratory.
- Pesti, G. & McCoy, P. T. (2002). *Effect of speed monitoring displays on entry ramp speeds at rural freeway interchanges*. TRB 2002 Annual Meeting CD-ROM.
- Pesti, G., Wiles, P., Cheu, R. L. K., Songchitruksa, P., Shelton, J. & Cooner, S. (2008). *Traffic control strategies for congested freeways and work zones*. Report FHWA/TX-08/0-5326-2. Texas Transportation Institute.
- Pettersson; H-E. (1978). *Utvärdering av en hastighetsreducerande anordning i vägbanan i samband med vägarbete på Essingeleden*. VTI-meddelande 146. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Qiu, L. & Nixon, W. A. (2008). Effect of adverse weather on traffic crashes. Systematic review and meta-analysis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, **2055**, 139-146.
- Radwan, E., Harb, R. & Ramasamy, S. (2009). *Evaluation of safety and operational effectiveness of dynamic lane merge systems in Florida*. Report, Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida.
- Ragnøy, A. (1985). *Gangtrafikk på vinterføre i Oslo. Kan vintervedlikeholdet hjelpe?* Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A. (2008). *Fart, føre og friksjon - Valg av kjørefart på vinterføre*. Rapport nr. TS 2008:3, Vegdirektoratet, Veg- og trafikkdelen, Oslo.
- Ragnøy, A. (1985A). *Vintervedlikeholdsprosjektet. Vegtrafikkulykker om vinteren*. Rapport. Transportøkonomisk institutt og Vegdirektoratet, Oslo.

- Ragnøy, A. (1985B). *Gangtrafikk på vinterføre i Oslo. Kan vintervedlikeholdet hjelpe?* Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A. (1986). *Bremsing og ulykker*. TØI-notat 806. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A. (1989). *Trafikksikkerhet og drengsalfalt*. Arbeidsdokument TST/0143/89. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A. (1996). *Bilkorrosjon, omfang og kostnader. Litteraturstudie*. Arbeidsanddokument TST/0769/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A., T. Vaa & R. H. Nilsen (1990). *Skilting i Norge. Resultater fra registrering og evaluering av 8 vegstreknings i Østland-sommerområdet*. TØI-notat 945. Transandportøkonomisk institutt, Oslo.
- Richards, S. H., R. C. Wunderlich & C. L. Dudek (1985). Field Evaluation of Work Zone Speed Control Techniques. *Transportation Research Board*, **1035**, 66-77.
- Riffkin, M., McMurtry, T., Heath, S. & Saito, M. (2008). *Variable speed limit signs – effects on speed and speed variation in work zones*. Report No. UT-08.01. Prepared For: Utah Department of Transportation Research and Innovation Division.
- Rizenbergs, R. L., J. L. Burchett & C. T. Napier, C. T. (1973). *Accidents on rural interstate and parkway roads and their relation to pavement friction*. Report 377. Division of Research, Kentucky Bureau of Highways, Lexington, KY.
- Rizenbergs, R. L., J. L. Burchett & L. A. Warren. (1976). *Accidents on rural, two-lane roads and their relation to pavement friction*. Report 443. Division of Research, Kentucky Department of Highways, Lexington, KY.
- Roe, P., Webster, D. & West, G. (1991). *The relation between the surface texture of roads and accidents*. Transport Road Research Laboratory. Research Report 296
- Roosmark, P.O., Anderson, K. & Ahlquist (1976). *The effects of studded tyres on road accidents*. VTI report 72, The National Swedish Road And Traffic Research Institute.
- Ruud, H. H. (1981). *Kjørefart på saltede og usaltede veger. Målinger i Akershus og Vestfold 1980 og 1981*. Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sakshaug, K. & T. Vaa. (1995). *Salting og trafikksikkerhet. Del 1: Før-etterundersøkels av saltingens effekt på personskadeulykker*. Rapport STF63 A95003. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Samferdselsdepartementet. (1989). *Stortingsmelding 32, 1988-89*. Norsk veg- og vegtrafikkplan 1990-93. Oslo.
- Sandberg, W., Schoenecker, T., Sebastian, K. & Soler, D. (2001). *Long-term effectiveness of dynamic speed monitoring displays (dsmd) for speed management at speed limit transitions*. 15th World Congress on Intelligent Transport Systems and ITS America's 2008 Annual Meeting, New York.
- Satterthwaite, S. P. (1976). An assessment of seasonal and weather effects on the frequency of road accidents in California. *Accident Analysis and Prevention*, **8**, 87-96.
- Sayer, J.R. & Buonarosa, M.L. (2008). The roles of garment design and scene complexity in the daytime conspicuity of high-visibility safety apparel. *Journal of Safety Research*, **39**, 281-286.
- Sayer, J.R. & Mefford, M.L. (2004). High visibility safety apparel and nighttime conspicuity of pedestrians in work zones. *Journal of Safety Research*, **35**, 537-546.
- Schanderson, R. (1981). *Samband mellan vägbeläggningar och trafikolyckor 1977*. VTI-meddelande 242. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Schanderson, R. (1986). *Samband mellan trafikolyckor, väglag och vinterväghållningsandåtgärder. En pilotstudie av olycksrisken nivå timmerna före och efter åtgärd*. VTI-meddelande 483. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Schanderson, R. (1988). *Samband mellan trafikolyckor, väglag och vinterväghållningsandåtgärder. Olycksrisker vid olika mängd snönederbörd*. VTI-meddelande 514. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Schanderson, R. (1989). *Trafiksikkerhet och vägytans egenskaper (TOVE). En underandsökning av belaga vägar med olika yttilstånd baserad på data från fyra nordiska länder 1982-1986*. VTI-meddelande 594. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Schulze, K.-H., A. Gerbaldi & J. Chavet. (1977). Skidding Accidents, Friction Numbers and The Legal Aspects Involved. Report of the PIARC Technical Committee on Slipperiness and Evenness. *Transportation Research Record*, **623**, 1-10.
- Sliwa, N. (2003). *BASt safety study of porous asphalt*. Unpublished data forwarded to the Institute of Transport Economics.
- Sorrell, M. T., Sarasua, W. A., Davis, W. J., Ogle, J. H. & Dunning, A. (2007). *Use of radar equipped portable changeable message sign to reduce vehicle speed in South Carolina work zones*. TRB 86 Annual Meeting. Compendium of papers. Paper 07-3159.
- Souleyrette, R., Kamyab, A., Knapp, K.K., Khattak, A., Basavaraju, R. & Storm, B. (2001). *Systematic identification of high crash locations*. Final Report. Iowa State University, Center for Transportation Research and Education.
- Spinoglio, S. (2003). *Performance of Italgrip sections*. Unpublished data forwarded to the Institute of Transport Economics.
- Srinivasan, R., Ullman, G., Finley, M. & Council, F. (2011). Use of empirical Bayesian methods to estimate crash modification factors for daytime versus nighttime work zones. *Transportation Research Record*, **2241**, 29-38.
- Stangeby, I. (1987). *Reisevaner i Norge*. Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Start, M. R., J. Kim, & W. D. Berg. (1996). Development of safety-based guidelines for treatment of pavement rutting. In: *Proceedings of the Conference Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP)*, Prague, the Czech Republic, September 20-22, 1995, **No 4A, Part 5**, 79-98. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- Statens vegvesen (1993). *Håndbok 167. Snøvern. Om snøskred og drivsnø*. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen (1996). *Håndbok 140. Konsekvensanalyser, del IIB*.
- Statens Vegvesen (2003). *Håndbok 111 Drift og vedlikehold*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61430/binary/14137.
- Statens Vegvesen (2003). *Håndbok 111 Drift og vedlikehold*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61430/binary/14137.

- Statens vegvesen (2003). *Standard for drift og vedlikehold*. Håndbok 111.
- Statens vegvesen (2005). *Trafikksikkerhetsrevisjoner og inspeksjoner*. Håndbok 222.
- Statens vegvesen (2006). *Konsekvensanalyser. Veiledning*. Håndbok 140.
- Statens vegvesen (2008). *Salt smart: Miljøkonsekvenser ved salting av veger - en litteraturgjennomgang*. Statens vegvesen, Geoteknikk- og skredseksjonen.
- Statens vegvesen (2008A). *Rammer tilfeldig*. Vegen og Vi Nr. 12/08, s. 11.
- Statens vegvesen (2008B). *Tryggere hverdag*. Vegen og Vi 14/08, s. 6.
- Statens vegvesen (2009a). *Planlegging og oppsetting av trafikkskilt*. Håndbok 046.
- Statens vegvesen (2009b). *Trafikkskilt. Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming (skiltnormal)*. Håndbok 050.
- Statens Vegvesen (2011). *Temaanalyse av trafikkulykker i tilknytning til vegarbeid - basert på data fra dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken i 2005-2009*. Statens Vegvesen Region Sør, Veg- og transportavdelingen, Samfunnsseksjonen.
- Statens vegvesen (2011A). *Veger og snøskred: Håndbok om sikring mot snøskred – høringsutgave*. VD Rapport nr. 27. Statens vegvesen, vegdirektoratet.
- Statens vegvesen (2011B). *Sikring av veger mot steinscred*. VD Rapport nr. 32. Statens vegvesen, vegdirektoratet.
- Statens vegvesen (2011C). *Regional skredvarsling om to år*. Vegen og Vi, Nr. 01/11, s. 11.
- Statens Vegvesen (2012). *Håndbok 051 arbeid på og ved veg*. Vegdirektoratet, Veg- og Transportavdelingen.
- Statens vegvesen (2012). *Håndbok 111, Drift og vedlikehold av riksveger*.
- Statens vegvesen (2012A). *Flom- og sørpescred. Høringsutgave av veileder*. Statens vegvesens rapporter nr. 73.
- Statens vegvesen (2012B). *Veger og drivsnø*. Håndbok 285. Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen (2013). *Dekkevalg 2013*. Statens vegvesens rapporter, Nr. 255. Statensvegvesen, RegionØst, Strategi-, vegogtransportavdelingen.
- Statens vegvesen, Region vest (2012). *Skredsikeringsbehov for riks- og fylkesveger i Region vest*. http://www.vegvesen.no/_attachment/291615/binary/577145.
- Statens vegvesen. (1987). *Normaler. Skiltnormaler. Tekniske bestemmelser og retningslinjer for offentlige trafikkskilt, vegoppmerking og trafikkljysandsignaler*. Håndbok 050. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen. (1994). *Retningslinjer. Vedlikeholdsstandard. Minimum prosesskode for riksveger*. Håndbok 111. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen. (1994). *Vegdata. Driftsregnskap. Driftsstatistikk 1993*. Håndbok 056. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen. (1995). *Håndbok 140. Konsekvensanalyser. Del IIB. Metodikk for beregning av prissatte konsekvenser. Brukerveiledning for EFFEKT 5*. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statistisk sentralbyrå. (1989). *Veitrafikkulykker 1988*. NOS B 851. Oslo-Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå. (1994). *Samferdselsstatistikk 1993*. NOS C 191. Oslo-Kongsvinger.
- Stern, A. (2010) Safety on Winter Roads: Adverse Winter Weather and Vehicle Crashes in Maine. Thesis REP2010-003, Department of Resource Economics and Policy, University of Maine.
- Storeheier, S. Å. (1996). Vegdekke. I: *Miljøhåndboken*, 276-278. (Kolbenstvedt, M.; H. Silborn & T. Solheim eds): Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Storeheier, S. Å. (2000). Vegdekke. I: Kolbenstvedt, M.; Silborn, H.; Solheim, T.: *Miljøhåndboken*, 276-278. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Strathman, J.G., Duecker, K.J., Zhang, J., Williams, T. (2001). *Analysis of design attributes and crashes on the Oregon highway system*. Report FHWA-OR-RD-02-01. Center for Urban Studies. College of Urban and Public Affairs. Portland State University. Portland, Oregon.
- Strong, C., & Shi, X. (2008). Benefit-cost analysis of weather information for winter maintenance. *Transportation Research Record*, **2055**, 119-127.
- Strong, C., Ye, Z., Shi, X. (2010). Safety effects of winter weather: The state of knowledge and remaining challenges. *Transport Reviews*, **30**, 677-699.
- Sugget, J. (2003). *Weather-related collisions in Regina, Saskatchewan*. Department of Geography series No. 55, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.
- Summersgill, I. (1985). *Safety performance of traffic management at major roadworks on motorways in 1982*. TRRL Research Report 42. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Sun, C., Edara, P., Hou, Y. & Robertson, A. (2012). Safety evaluation of sequential warning lights in tapers at nighttime work zones. *Transportation Research Record*, **2272**, 1-8.
- Sælensminde, K. (2002) Støysvake vegdekker bør prøves ut også i Norge. *Samferdsel*, **10**, 24-25.
- Sävenhed, H. (1994). Relation between Winter Road Maintenance and Road Safety. VTI-särtryck 214. Reprint from *Technical Report IXth PIARC International Road Congress*, March 21-25, 1994, Seefeld, Austria. Väg- och transportandforskningsinstitutet (VTI), Linköping.
- Sävenhed, H. (1995). *Samband mellan vinterväghållning och trafiksäkerhet*. VTI rapport 399, 1995. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping.
- Sørensen, M. W. J., M. Mosslemi, et al. (2010). *Kvalitetssikring av gangfelt i 50-soner i Oslo*. Rapport 1058. Oslo, Transportøkonomisk institutt.

- Tabler, R. D. & R. P. Furnish. (1982). Benefits and Costs of Snow Fences on Wyoming Interstate 80. *Transportation Research Record*, **860**, 13-20.
- Teich, M. & Bebi, P. (2009). Evaluating the benefit of avalanche protection forest with GIS-based risk analyses—A case study in Switzerland. *Forest Ecology and Management*, **257**(9), 1910–1919.
- Thornes J. E. (2000). Road Salting – An international benefit/cost review. *Proceedings of the 8th World Salt Symposium*, **2**, 787-791.
- Thulin, H. & Niska, A., (2009). *Injured cyclists. Analysis based on hospital registered injury information from STRADA*. (in Swedish, with a summary in English) VTI report 644, Statensväg- ochtransportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Thurmann-Moe, T. & S. Dørum. (1980). *Lyse vegdekker*. Meddelelse 22. Statens vegvesen, Veglaboratoriet, Oslo.
- Thurmann-Moe, T. (1976). *Vegdekkers friksjonsforhold på sommerføre. En utredning fra Veglaboratoriet*. Internrapport 692. Statens vegvesen, Veglaboratoriet, Oslo.
- Tredrea, P. (2001). *Relationships between surface texture & accidents for selected rural and urban roads*. ARRB Transport Research Ltd Contract Report.
- Tromp, J. P. M. (1993). *Verkeersveiligheid en drainerend asfaltbeton (ZOAB) (Road safety and drain asphalt (ZOAB))*. Report R-93-35. Leidschendam, SWOV institute for road safety research.
- Tsyganov, A., Machemehl, R. & Harrison, R. (2003). *Complex work zone safety*. Report FHWA/TX-03/4021-3. Center for Transportation Research, The University of Texas. Austin, Texas.
- Tudor, L. H., Meadors, A. & Plant, R. (2002). Deployment of smart work zone technology in Arkansas. *Transportation Research Record*, **1824**, 3-14.
- Turley, B. M., Saito, M. & Sherman, S. E. (2003). Dancing diamonds in highway work zones. *Transportation Research Record*, **1844**, 1-10.
- Tøndel, I. (1977). *Sikring av vegger mot snøskred*. Avhandling til lic techn graden. Meddelelse nr 17 fra Institutt for veg- og jernbanebygging. Norges Tekniske Høgskole, Trondheim.
- Ullman, B. R., Ullman, G. L., Dudek, C. L. & Williams, A. A. (2007). Driver understanding of sequential portable changeable message signs in work zones. *Transportation Research Record*, **2015**, 28-35.
- Ullman, G.L., Ullman, B.R. & Finley, M.D. (2006). *Analysis of Crashes at Active Night Work Zones in Texas*. Transportation Research Board 2006 Annual Meeting CDROM. National Research Council, Washington, DC.
- Usman, T., Fu, L. P. m.fl. (2010). Quantifying safety benefit of winter road maintenance: Accident frequency modeling. *Accident Analysis and Prevention*, **42**, 1878-1887.
- Vaa, T. (1995). *Salting og trafikksikkerhet. Del 2: sammenligning av ulykkesfrekvens på saltet og usaltet vegnett. Saltingens effekt på kjørefart*. Rapport STF63 A95004. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Vaa, T. (1996). *Bedre vintervedlikehold gir færre ulykker. Resultater fra prøveprosjekt på Ytre Ringveg sesongene 1993/94, 1994/95 og 1995/96*. Rapport STF22 A96613. SINTEF Bygg- og miljøteknikk, Samferdsel, Trondheim.
- Vaa, T., Beilinson, L., Helters, G. et al. (1990). *Registrering av faktisk skiltbruk i Norden. Resultater fra registrering og evaluering av 32 vegstrekninger i Danmark, Finland, Norge og Sverige*. Rapport 69. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Veisten, K., Flügel, S., & Elvik, R. (2010). *Den norske verdsettelsesstudien. Ulykker - Verdien av statistiske liv og beregning av ulykkesens samfunnskostnader*. TØI Rapport 1053C/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Vejdirektoratet (1979). *Samfunnsøkonomisk analyse af anvendelsen af vejsalt i vinterandvedligeholdelsen*. Rapport fra projektgruppe M. Vejdirektoratet, Vejregelsekretariatet, København.
- Velin, H. & Öberg, G. (2002). *Analys av trafikolyckor före och efter beläggningsåtgärd*. VTI Meddelande 929. VTI.
- Viglietti, D., Letey, S., Motta, R., Maggioni, M. & Freppaz, M. (2010). Snow avalanche release in forest ecosystems: A case study in the Aosta Valley Region (NW-Italy). *Cold Regions Science and Technology*, **64**, 167–173.
- Viner, H., Sinhal, R. & Parry, T. (2005). Review of United Kingdom skid resistance policy. *Roads*, **326**, 66-77.
- VTI Annual Report 1990/91 (1991). *Statensväg- ochtransportforskningsinstitut (VTI)*, Linköping.
- Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen. (1972). *Försöket osaltad väg. Slutrapport*. Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen, Helsinki.
- Vägverket (2006). *Projekt säkrare arbetsplatser. Delrapport för 2004-2005*. Publikation 2006:20. Stockholm: Vägverket.
- Wallman, C.-G. & Åström, H. (2001). *Friction measurement methods and the correlation between road friction and traffic safety*. VTI meddelande 911A.
- Wallman, C.-G., Möller, S., Blomqvist, G., Bergström, A., and Gaunt, H. (2005). *Tema Vintermodell: Etapp 1*. VTI-meddelande 958. Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping, Sweden. (in Swedish)
- Wang, C., Dixon, K. K., and Jared, D. (2003). Evaluating Speed-Reduction Strategies for Highway Work Zones. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, **1824**, 44-53.
- Wilhelm, C., Wiesinger, T., Bründl, M., Amman, W. (2000). *The avalanche winter 1999 in Switzerland – an overview*. Proceedings of the 2000 International Snow Science Workshop, October 1-6, Big Sky, Montana.
- Wolshon, B., Ishak, S., & Idewu, W. (2012). *Design of lane merges at rural freeway construction work zones*. Report FHWA/LA.11/484. Department of Civil and Environmental Engineering, Louisiana State University. Baton Rouge, Louisiana.
- Wong, S.-Y. (1990). Effectiveness of Pavement Grooving in Accident Reduction. *ITE Journal*, **July**, 34-37.
- Wägberg, L.-G. (1985). *Dränerande asfaltbetong*. I: VTI-meddelande 446, Vedlikehold av vägbelegninger, 1-14. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.

- Ye, X., Pendyala, R. M., Washington, S. P., Konduri, K., & Oh, J. (2009). A simultaneous equations model of crash frequency by collision type for rural intersections. *Safety Science*, **47**(3), 443-452.
- Zhang, C., Ivan, J. N., El Dessouki, W. M. & Anagnostou, E. (2005). *Relative risk analysis for studying the impact of adverse weather conditions and congestion on traffic accidents*. Paper presented at the 84th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington DC, January 2005.
- Zheng, Z., Ahn, S. & Monsere, C. M. (2010). Impact of traffic oscillations on freeway crash occurrences. *Accident Analysis & Prevention*, **42**(2), 626-636.
- Zipkes, E. (1977). The Influence of Grooving of Road Pavements on Accident Frequency. *Transportation Research Record*, **623**, 70-75.

3.1 MODERAÇÃO DE TRÁFEGO (TRAFFIC CALMING)

O capítulo foi revisado em 2010 por Michael W J Sørensen (TØI)

Problema e finalidades

As vias de bairros e cidades antigas foram projetadas para um volume de tráfego menor que o que se tem hoje. As áreas mais antigas não foram planejadas de acordo com os princípios da separação e diferenciação da rede viária (Forskargruppen Scaft, 1972), que atualmente tem sido a base do planejamento das vias (Statens vegvesen, 2008a). O tráfego passa em meio a estas áreas em bairros residenciais. O tráfego em áreas residenciais aumenta o risco de acidentes e contribui para a insegurança, limitando a circulação de crianças e pedestres nestes locais.

De modo geral, as melhorias ocorrem em áreas mais necessitadas, onde são aplicadas importantes medidas em prol da segurança viária (Hvoslef, 1974; Christensen, 1988; Statens vegvesen, 2007). Essa estratégia nem sempre é capaz de resolver os problemas de tráfego se não houver a diferenciação dos usuários. Em áreas distintivamente residenciais, a ocorrência de acidentes segue uma distribuição mais aleatória na rede viária do que nas vias principais (OCDE, 1979; Kraay, Mathijssen e Wegman, 1984). A maioria dos acidentes tem características próprias, sendo difícil a identificação de padrões na acidentalidade. O risco, calculado por meio da taxa de acidente por milhão de veículos-quilômetro percorridos, é elevado. Para melhor segurança deve-se, portanto, ou diminuir o fluxo de tráfego ou reduzir o número de acidentes por meio de intervenções na rede viária.

A moderação (ou reordenamento) do tráfego é o uso sistemático dos princípios da separação e diferenciação do tráfego em áreas desenvolvidas. A utilização da regulamentação do tráfego deverá reordená-lo removendo o tráfego de passagem das

vias residenciais e transferi-lo para as vias de maior capacidade que terão sido melhoradas para absorver o aumento da demanda de tráfego sem que haja aumento no número de acidentes. Outra finalidade da moderação (ou reordenamento) do tráfego é criar um ambiente mais agradável para a convivência e para se poder fazer atividades ao ar livre com mais segurança.

Descrição da medida. A moderação (ou reordenamento) de tráfego é o uso coordenado de medidas de controle de tráfego em uma área maior e definida com o propósito de melhorar a segurança viária e as condições ambientais. As medidas mais comuns incluídas na moderação (ou reordenamento) de tráfego são:

- proibir o tráfego em ruas/vias de acesso residenciais usando sinalização de trânsito, regulamentação das vias e fechamento físico de determinadas vias;
- medidas de redução da velocidade nas ruas/vias de acesso residenciais tanto usando sinalização de limite de velocidade (que costuma ser de 30 km/h nestas áreas) quanto usando medidas físicas (lombadas, estreitamento de vias) em conjunto com as medidas de tráfego;
- regulamentação sistemática das ruas/vias de acesso residenciais para impedir a passagem;
- retificação das vias principais, por exemplo na forma de proibição de estacionamento, tornando seguras as paradas de ônibus e bondes, regularizando a sinalização de interseções e de travessias de pedestres.
- alteração da regulamentação do estacionamento nas ruas/vias de acesso residenciais, por exemplo, na forma de estacionamento reservado para os residentes.

Outras medidas também podem fazer parte de uma estratégia de moderação ou reordenamento de tráfego, como a criação de corredores de ônibus, ruas de pedestres ou vias urbanas com áreas de recreação. Estas medidas estão descritas em capítulos separados. Este capítulo descreve o impacto sobre os aci-

dentes da moderação de tráfego (*traffic calming*) na forma de um plano de utilização das vias para uma área definida com base nas medidas listadas acima.

Estratégias de moderação ou reordenamento de tráfego são utilizadas em vários locais da Noruega, inclusive em vários distritos de Oslo, Bergen, Trondheim e Drammen, assim como em uma série de cidades e bairros menores. Não se tem ideia da quantidade de áreas de moderação de tráfego que existem na Noruega.

Impacto sobre os acidentes

Há muitos estudos sobre moderação de tráfego (*traffic calming*) e seus impactos sobre os acidentes. Este capítulo resume os resultados de uma meta-análise de Elvik (2001), que se concentrou no impacto sobre os acidentes em diferentes tipos de vias. Há também uma meta-análise de Bunnet al. para diferentes gravidades de acidente (2009). Elvik (2001) incluiu os seguintes estudos em sua meta-análise:

Boëthius, Ekelöf, Grunewald, Markstedt og Bernstrup, 1971 (Suécia);
Muskaug, 1976A (Noruega);
Muskaug, 1976B (Noruega);
Vreugdenhil, 1976 (Austrália);
Oslo Byplankontor, 1978 (Noruega);
Dalby, 1979 (Grã-Bretanha);
Brownfield, 1980 (Grã-Bretanha);
Bærum Reguleringsvesen, 1980 (Noruega);

Drammen Byplankontor, 1980 (Noruega);
Fahlman, Norberg, Bylund, 1980 (Suécia);
Hvoslef, 1980 (Suécia);
Rauhala, 1980 (Finlândia);
Dalby e Ward, 1981 (Grã-Bretanha);
Haakenaasen, 1981 (Noruega);
Haakenaasen, 1982 (Noruega);
Hart, 1982 (Países Baixos);
Engel e Krosgård-Thomsen, 1983 (Dinamarca);
Muskaug, 1983A (Noruega);
Brilon, Kahrman, Senk, Thiel, Werner, 1985 (Alemanha);
Stølan, 1988 (Noruega);
Fisher, Van DenDool e Ho, 1989 (Austrália);
Janssen e Verhoef, 1989 (Países Baixos);
Walker, Gardner e McFetridge, 1989 (Grã-Bretanha);
Walker e McFetridge, 1989 (Grã-Bretanha);
Ward, Norrie, Sang e Allsop, 1989A (Grã-Bretanha);
Ward, Norrie, Sang e Allsop, 1989B (Grã-Bretanha);
Ward, Norrie, Sang e Allsop, 1989C (Grã-Bretanha);
Brilon e Blanke, 1990a (Alemanha);
Fairlie e Taylor, 1990 (Austrália);
Chua e Fisher, 1991 (Austrália);
Brilon e Blanke, 1992 (Alemanha);
Baieret al., 1992 (Alemanha);
Gunnarsson e Hagson, 1992 (Suécia) e
Chick, 1994 (Grã-Bretanha).

Com base nestas investigações de Elvik (2001), estimou-se o efeito usando modelos aleatórios de impacto. A melhor estimativa do efeito da moderação de tráfego sobre os acidentes é dada na tabela 3.1.1.

TABELA 3.1.1: IMPACTO DA MODERAÇÃO DE TRÁFEGO SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES. FONTE: ELVIK, 2001.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Toda a área de moderação de tráfego (vias principais e vias locais)			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-15	(-19; -10)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-19	(-26; -12)
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-18	(-27; -9)
Vias locais na área de moderação de tráfego (vias residenciais)			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-34	(-43; -23)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-42	(-54; -26)
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-57	(-68; -43)
Vias principais em áreas de moderação de tráfego			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-8	(-13; -2)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-18	(-31; -3)
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-13	(-21; -4)

De acordo com esta análise, a redução do número de acidentes com feridos em áreas de moderação de tráfego foi de cerca de 15%, incluindo todas as vias reestruturadas e também as principais vias adjacentes.

Nas vias adjacentes principais, o número de acidentes com feridos diminuiu em cerca de 8%. Nas vias locais reestruturadas, o número de acidentes de trânsito com feridos diminuiu em cerca de 34%. Um novo estudo dinamarquês envolvendo os impactos de projetos de moderação de tráfego envolvendo 49 vias sem Copenhague aponta uma redução significativa do número de acidentes nas vias locais, de 29% (-40; -15), o que corresponde ao efeito indicado na tabela 3.1.1. Além disso, o estudo constatou que o número de pessoas feridas diminuiu em 23% (-52; +22) (Jensen, 2007).

Elvik (2001) comparou os efeitos em estudos realizados nas décadas de 1970, 1980 e 1990 e não encontrou nenhuma indicação de que os efeitos da aplicação da moderação de tráfego sejam maiores ou menores em cada época.

Bunnet al. (2009) conduziram uma meta-análise de 22 estudos do tipo antes- depois que foram controlados por fatores que interferem na avaliação. Os estudos são da Alemanha, Reino Unido, Austrália, Países Baixos, Dinamarca, Espanha e Japão e datam de 1989 a 2007. Estudos subsequentes incluídos na meta-análise (os estudos que também foram incluídos na análise de Elvik de 2001 estão marcados com *):

Dalby e Ward, 1981 (Grã-Bretanha)*;
Walker, Gardner e McFetridge, 1989 (Grã-Bretanha)*;
Walker e McFetridge, 1989 (Grã-Bretanha)*;
Ward, Norrie, Sang e Allsop, 1989A (Grã-Bretanha)*;
Ward, Norrie, Sang e Allsop, 1989B (Grã-Bretanha)*;
Ward, Norrie, Sang e Allsop, 1989C (Grã-Bretanha)*;
Brilon e Blanke, 1990 (Alemanha)*;
Fairlie e Taylor, 1990 (Austrália)*;
Janssen, 1991 (Países Baixos)*;

Vis, 1992 (Países Baixos);
Engel e Thomsen, 1992 (Dinamarca)*;
Brilon e Blanke, 1990b (Alemanha)*;
Brilon e Blanke, 1993 (Alemanha)*;
Blanke, 1993 (Alemanha)*;
Yamanakamet al., 1998 (Japão);
Agustsson, 2001 (Dinamarca);
Perez, 2006 (Espanha) e
Webster e Layfield, 2007 (Grã-Bretanha).

Os resultados da meta-análise de Bunnet al. (2009) encontram-se resumidos na tabela 3.1.2. De acordo com as análises de Elvik (2001), os resultados mostram que a moderação de tráfego (*traffik calming*) proporciona uma redução significativa no número de feridos: cerca de 15%. A redução é maior para os acidentes fatais e menor para os acidentes com feridos; porém, os resultados para os acidentes fatais e para todos os acidentes (acidentes com feridos e acidentes com danos materiais) não são estatisticamente confiáveis.

Um exame mais detalhado das investigações, inclusive na meta-análise de Elvik em 2001, mostra que a moderação ou reordenamento do tráfego nas vias impactadas pelas medidas de moderação de tráfego faz com que a maior parte do declínio no número de acidentes nas vias residenciais seja atribuída à redução do volume de tráfego. A queda no número de acidentes nas vias principais deve-se principalmente à redução dos riscos. O tráfego aumenta ligeiramente (1-5%) nas vias principais. O aumento do tráfego nas vias principais é em média menor que a redução do tráfego nas vias residenciais (20-30%).

Outra explicação para a redução do número de acidentes está na diminuição da velocidade. Conforme uma série de projetos dinamarqueses, os limites médios de velocidade nas vias que receberam intervenções sofreram redução de 7 a 32% (Fosting e Pape, 1999; Herrstedt, 2004; Nielsen e Lahrmann, 2008). Uma revisão da literatura dos EUA, Reino Unido e Alemanha mostra que a velocidade média é reduzi-

TABELA 3.1.2: IMPACTOS DA MODERAÇÃO (REORDENAMENTO) DO TRÁFEGO SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES. FONTE: BUNNET AL., 2009.

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes.		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Mortes em acidentes	Todos os acidentes	-21	(-77; 168)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-15	(-25; -4)
Acidentes com feridos e acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-11	(-24; 5)
Acidentes com feridos	Atrapelamentos	+1	(-12; 16)

da em até cerca de 30 km/h, sendo que a redução da velocidade média é de cerca de 15 km/h em muitos projetos (Svensson, 2001).

Bunnet al. (2009) não encontraram alterações no número de acidentes com pedestres. Nielsen e Lahrmann (2008) consideram que, em alguns casos, pode haver mais acidentes de trânsito com pedestres devido ao maior fluxo de pedestres e devido ao estreitamento das vias, que reduz a distância entre os automóveis e os ciclistas.

Impacto sobre a mobilidade

O impacto da moderação de tráfego (*traffic calming*) sobre a mobilidade foi examinado em áreas onde ocorreu este tipo de intervenção na Noruega (Muskau, 1976a, 1976b, 1983b; Haakenaasen, 1981; 1982), Dinamarca (Fosting e Pape, 1999; Herr-Bramstedt, 2004; Nielsen e Lahrmann, 2008) nos EUA, Reino Unido e Alemanha (Svensson, 2001). Diversas pesquisas mostraram que o tempo para atravessar áreas que sofreram moderação (reordenamento) do tráfego aumenta. Isto porque a regulamentação das vias aumenta certas rotas, e os novos limites de velocidade e outras medidas de redução de velocidade forçam o condutor a dirigir mais devagar ao longo de uma rota específica. O tempo de condução nas rotas selecionadas dentro e fora da área que sofreu moderação (reordenamento) de tráfego também mostra um ligeiro aumento. Isso pode ser parcialmente devido ao fato de que as áreas com moderação de tráfego (*traffic calming*) possuem menos pontos de acesso para outra área de tráfego. Por outro lado, uma pesquisa realizada na Inglaterra (Dalby e Ward, 1981) mostrou que a aplicação da moderação de tráfego possui pouco impacto no tempo de condução ao longo das vias principais.

Em áreas com medidas de redução de velocidade, a velocidade média foi reduzida em 15 a 25 km/h. Isto significa um declínio de 5 a 10 km/h em relação ao nível anterior à aplicação das medidas. Uma revisão dos projetos de moderação (reordenamento) de tráfego na Dinamarca, onde foram medidas a velocidade média nas vias incluídas em um plano de moderação de tráfego antes e depois da implementação das medidas, aponta que a velocidade diminuiu em 4 a 15 km/h, o que corresponde a uma redução de 7 a 27% (Herrstedt, 2004). A moderação de tráfego e o controle de velocidade em uma área em Gladsaxe, município na Dinamarca, resultou em uma redução na velocidade média de 19 a 32% (Fosting e Pape,

1999). A moderação de tráfego (*traffic calming*) nos EUA, Reino Unido e Alemanha tem levado a uma redução na velocidade média de cerca de 15 km/h (Svensson, 2001).

O impacto no meio ambiente

A moderação de tráfego pode reduzir o ruído, aliviando significativamente as residências expostas aos impactos sonoros devido a uma redução do tráfego em vias residenciais e ao controle do tráfego em vias de pouco movimento. O limite recomendado de ruído exterior em torno das residências é de 55 dBA medidos a dois metros da fachada. As medições mostram que é preciso diminuir o fluxo de veículos em cerca de 500 veículos por dia para alcançar condições satisfatórias. A duplicação ou redução pela metade do volume de tráfego muda em 3 dBA o nível médio de ruído. Alterações de 10/08 dBA no nível de ruído são percebidas como uma duplicação/redução pela metade do nível. Ao reduzir o volume de tráfego nas vias de tráfego moderado, podem-se alcançar melhorias significativas, mesmo que com reduções relativamente pequenas no número de veículos. Os pequenos aumentos correspondentes nas vias principais, que já possuem um elevado volume de tráfego, proporcionam pouca mudança no nível de ruído nessas vias (Øvstedal, 1996). A tabela 3.1.3 mostra as mudanças alcançadas no nível de ruído em áreas onde houve a aplicação da moderação de tráfego (*traffic calming*) na Noruega (Øvstedal, 1996).

A moderação de tráfego (*traffic calming*) em Rosenborg/Möllenberg em Trondheim em 1976 provocou uma redução de ruído maior que 3 dBA, percebida em 425 apartamentos, sendo que deste total 285 apartamentos sentiram uma redução de mais de 6 dBA. Simultaneamente cerca de 70 apartamentos sentiram um aumento dos níveis de ruído em 3 dBA, como resultado do aumento do tráfego em algumas vias.

Em Grønland/Toyen, o tráfego foi significativamente reduzido na maioria das vias dentro da área, mas aumentou ligeiramente em partes da nova rede viária principal. Várias das ruas tiveram uma redução significativa na emissão de ruído. Estima-se que cerca de 500 moradores tenham sido beneficiados pela redução de ruído de 3-4 dBA, cerca de 600 moradores sentiram a redução dos níveis de ruído de 5-8 dBA e cerca de 700 sentiram reduções de até 9-13 dBA. Do total de 8.500 moradores, 1.700 ficaram expostos aos ruídos, sendo que este índice está muito abaixo do padrão recomendado. Apenas 200

TABELA 3.1.3: IMPACTOS DA MODERAÇÃO DE TRÁFEGO NA REDUÇÃO DO NÍVEL DOS RUÍDOS EM ALGUMAS CIDADES NORUEGUESAS. FONTE: Øvstedal 1996.

Local	Redução de Ruído	Aumento de ruído
Rosenborg/Møllenberg, Trondheim	285 apartamentos: 6 dBA 140 apartamentos: 3 dBA	70 aptos: 3 dBA
Greenland/Toyen, Oslo	700 moradores: 9-13 dBA 600 moradores: 5-8 dBA 500 moradores: 3-4 dBA	200 moradores: 3-5 dBA
Ruseløkka/Skillebekk, Oslo	Taxa de moradores > 60 dBA: de 95 a 65% Taxa de moradores > 75 dBA: de 18 a 12%	Poucas mudanças nas vias principais
Grünerløkka Oslo	Taxa de moradores > 60 dBA: de 87 a 77% Taxa de moradores > 75 dBA: de 18 a 12%	
Eiksmarka, Østerås, Voll em Bærum	2-6 dBA nas vias locais	1-2 dBA nas vias principais
Centro de Sandefjord	Até 10 dBA	

moradores tiveram agravamento da situação ao constatarem um aumento no nível de ruído de 3-5 dBA em suas residências.

Em Ruseløkka/Skillebekk, a taxa de moradores que são expostos a ruídos na parte externa de sua residência de mais de 60 dBA diminuiu de 65-95% nas vias locais. Nas vias principais houve pouca mudança. Em Grünerløkka a taxa de apartamentos com ruídos acima de 60 dBA diminuiu de 87 para 77%. A taxa de apartamentos com ruídos acima de 75 dBA diminuiu em 12-18%. Em Eiksmarka/Østerås/Voll em Bærum o nível de ruído diminuiu de 2-6 dBA nas vias locais, mas aumentou de 1-2 dBA nas vias principais.

Em 1970 uma das cinco áreas do centro de Gotemburgo teve a passagem do tráfego impedida. Dentro das áreas de aplicação da moderação de tráfego (*traffic calming*), houve uma diminuição média de 17% no movimento de veículos, o nível de ruído foi reduzido de 74 para 67 dBA e os níveis de CO, de 60-70 ppm para 5 ppm.

Rosenborg/Møllenberg é um dos poucos lugares da Noruega onde as mudanças nas emissões foram mensuradas ao longo do processo de melhorias do tráfego. Com a medida houve mudanças na poluição do ar e alterações na concentração de CO. As vias que sofreram acréscimo no tráfego tiveram aumentos na concentração de CO de 8 a 13 mg/m³ de ar na hora de pico em Nonnegaten. Determinou-se também o impacto na qualidade do ar em vias locais que sofreram intervenções: na NedreMøllenberg e na Gamle Kongeveg, a concentração de CO foi reduzida em 4,5 mg/m³, enquanto que nas outras ruas houve menos de 10% de mudança.

Para Greenland/Toyen, foi feita uma avaliação simples da situação da poluição do ar com base no vo-

lume de tráfego, fluxo de tráfego e poluição do ar. Em vias onde houve uma redução significativa do volume de tráfego, o problema da poluição do ar foi resolvido. Porém, uma vez que se tenha um aumento do volume total de tráfego e do tempo de viagem, espera-se um aumento no consumo de combustível de 7 a 8%. As emissões de CO₂ aumentam proporcionalmente. As emissões de outros componentes que contribuem para a poluição do ar também aumentarão dependendo das condições do tráfego. As emissões de CO e de HC no congestionamento e em marcha lenta têm aumento relativamente maior que as emissões de NOx (Øvstedal, 1996).

Custos

Com base numa revisão de várias fontes, Elvik (1996) estima que o custo (de orçamento) médio para a aplicação da moderação de tráfego (*traffic calming*) em uma determinada área seja de cerca de NOK 2 milhões. Os custos com a manutenção anual das vias de determinada área podem esperar um crescimento aproximado de NOK 0,1 milhão. Existem grandes variações nos custos de um lugar para outro. Nas áreas com moderação de tráfego da Noruega onde há informações sobre os custos, verifica-se uma variação entre NOK 0,16 e NOK 5,90 milhões por área tratada. Estes custos provavelmente serão 30 a 80% maiores em 2011.

Uma revisão de 351 projetos locais sobre a moderação de tráfego na Dinamarca mostra que os custos de construção têm variado entre 5.000 e 33 milhões de coroas dinamarquesas; 62% tinham um custo de NOK 0,5 milhão, 12% tinham um custo entre NOK 0,5-2,0 milhões e 7% tinham um custo de mais de NOK 2 milhões. Para o resto dos projetos, desconhecia-se o preço (HerrBramstedt, 2004).

TABELA 3.1.4: CUSTOS MÉDIOS DE CONSTRUÇÃO PARA AS MEDIDAS INDIVIDUAIS QUE MUITAS VEZES SÃO INCLUÍDAS NOS PLANOS DE MODERAÇÃO DE TRÁFEGO: FONTES: Sørensen, 2011, Erke e Elvik, 2007, Herrstedt, 2004 e Elvik, 1996, 1999.

Medidas	Custo necessário para a construção, 2011
Vias para pedestres e ciclovias	NOK 6.000-10.000 por metro
Passarela	NOK 2.000-8.000 por metro
Isolamento das áreas de pedestres com acesso restrito	NOK 5-22.000.000 por passarela
Fechamento físico com cercas e portão	NOK 15.000-35.000 por fechamento
Instalação de redutores de velocidade	NOK 10.000-30.000 por fechamento
Chicanas	NOK 10.000-70.000 por redutor
Pintura de faixa de pedestres	NOK 5.000-11.000 por marcação
Construção de travessia elevada de pedestres	NOK 60.000-140.000 por construção
Ilha de tráfego	NOK 10.000-20.000 por ilha de tráfego
Ampliação da largura do pavimento nas interseções	NOK 100.000-200.000 por ampliação
Semaforização nas interseções	NOK 1,4-2,4 Mill por cruzamento
Semaforização nas travessias de pedestres em trecho de reta	NOK 350.000-450.000 por sinal
Iluminação de travessias de pedestres	NOK 250.000-350.000 por cruzamento
Construção de baia de ônibus	NOK 200.000-300.000 por ponto de ônibus
Sinalização vertical	NOK 2.000-4.000 por reestruturação de tráfego

Avaliações de custo-benefício

Análises de custo-benefício em projetos antigos realizados em Oslo e Trondheim (Muskaug, 1976a, B) mostraram que existe uma relação de custo-benefício que varia de 10 a 30. As análises levaram em conta as economias com a redução dos acidentes e da necessidade de medidas de redução dos níveis de ruído. As desvantagens com a redução da mobilidade não são levadas em conta nas análises. Os cálculos são baseados em custos muito mais baixos de acidentes que aqueles utilizados hoje em dia em uma taxa de juros de 7%.

Um exemplo numérico elaborado em 1997 (Elvik et al., 1997) mostrou que os benefícios da moderação de tráfego são 1,15 vez maior que os custos. O cálculo é feito de acordo com as seguintes condições: a área é limitada por uma via principal com VDMA de 6.000 veículos e uma taxa de 0,50 acidente com feridos por milhão de veículos-quilômetro percorridos. O VDMA das vias locais dentro da área em questão é de 800 veículos, e a taxa de acidentes é de 1,10 acidente com feridos por milhão de veículos-quilômetro percorridos. Assume-se que o volume de tráfego para as vias locais diminua em 25% (200 veículos); esse tráfego será transferido para a via principal adjacente mais próxima. Assume-se que o número de acidentes diminua em 10% na via principal e em 25% nas vias locais. Assume-se que o nível da velocidade para o tráfego remanescente nas vias locais diminua de 35 para 30 km/h. Entende-se que o tráfego transferido das vias locais para as vias

principais economize NOK 0,15 por km percorrido em custos operacionais para os veículos. Supõe-se que para o tráfego remanescente nas vias locais os custos operacionais para os veículos tenha um aumento de NOK 0,10 por km percorrido. Nas vias principais, assume-se que os custos ambientais declarados por km percorrido tiveram aumentem em NOK 0,01. Nas vias locais, supõe-se que os custos ambientais diminuam em NOK 0,25 por km percorrido. Supõe-se que os custos de construção das medidas de moderação de tráfego (custos orçamentários) sejam de NOK 2 milhões. Com relação aos custos anuais com manutenção dessas áreas, espera-se um aumento de NOK 0,1 milhão. Sob estas premissas balizadoras, tem-se uma economia com os custos de acidentes estimada em NOK 5,1 milhões e um aumento do custo de tempo de NOK 1,2 milhão; o aumento dos custos operacionais dos veículos é de NOK 0,1 milhão e os custos ambientais economizados são de NOK 0,6 milhões. O benefício total estimado é de cerca de NOK 4,4 milhões. Os custos econômicos do projeto estão estimados em NOK 3,8 milhões. A utilidade é, portanto, maior do que os custos ($4,4/3,8 = 1,15$).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a moderação de tráfego (*traffic calming*) pode ser tomada por moradores em áreas onde muitos estão enfrentando condições de tráfego incô-

modas ou desagradáveis. Estas iniciativas também poderão ser tomadas pelo município, como parte do trabalho de adequação dos planos de uso das vias.

Requisitos e procedimentos formais

A moderação de tráfego (*traffic calming*) exige a elaboração de um plano de uso das vias em que a rede viária na área seja dividida entre vias principais e vias locais e em que seja definido o padrão de tráfego desejado. Um plano de uso das vias para uma área com moderação de tráfego pode ser concebido como um zoneamento. Devem ser seguidas as disposições estabelecidas para zoneamento.

Não há regulamentações técnicas para a implantação de medidas de moderação de tráfego, porém a regulamentação do tráfego pode ser encontrada em inúmeros manuais publicados pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Os mais importantes são os seguintes: Manual 017, Estradas e projetos de rua, Manual 050, sobre o Tráfego, Manual 062, Equipamentos de segurança no trânsito, Manual 072, Medição da redução da velocidade, Manual 115, Análise dos locais de acidentes, Manual 140, Avaliações dos impactos, Manual 232, Facilitação do uso dos transportes, Manual 263, Projeto geométrico das rodovias e cruzamentos de ruas, e Manual 278, Projetos das vias e ruas.

Uma via que se torna uma rua de pedestres ou uma via em uma área residencial de acesso restrito deve ser reclassificada. Estas vias geralmente são municipais.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pela moderação de tráfego geralmente recai sobre o município, já que a autoridade municipal é responsável pela maioria das ruas incluídas em um plano de moderação de tráfego. Há a queixa de que muitos planos de moderação de tráfego não são cumpridos. (Stabæk, 1982).

3.2 VIAS AMBIENTAIS

O capítulo foi revisado em 2014 por Alena Høye (TØI)

Uma via ambiental é uma via principal em um município, em geral com tráfego de passagem, com

diferentes medidas para a redução de velocidade, que fazem com que a via seja mais atrativa para pedestres, ciclistas e outras iniciativas que melhorem o desenvolvimento e a estética locais. Na maioria dos casos, as vias ambientais reduzem a velocidade média e, por isso, também diminuem o número de acidentes. Para acidentes com vítimas, foi encontrada uma redução média de 35%, que se acredita ser superestimada. As condições de tráfego nas vias ambientais são geralmente com prioridade para o tráfego local, pedestres e ciclistas, em detrimento do tráfego motorizado.

Problema e finalidades

Em muitas cidades e áreas urbanizadas na Noruega existem congestionamentos na via principal devido ao tráfego de passagem (Elvik, 1993). Gradualmente foram construídas vias arteriais em muitos lugares; mas, ainda assim, há muitas áreas urbanas sem tais vias, devido às condições de terreno ou às edificações. Quando o projeto e dimensionamento de uma via principal é mais adaptado ao tráfego de passagem, o trânsito costuma ser um problema para os moradores e pessoas que convivem com a rotina da via, especialmente quando a velocidade é alta. Um volume de tráfego elevado com velocidade alta leva a um alto risco de acidente e gera ruído, poluição e insegurança.

O objetivo das vias ambientais é reduzir os conflitos entre a função de tráfego (da via) e a necessidade de segurança e prosperidade no local. Mais especificamente, as vias ambientais têm como finalidade reduzir a velocidade, permitindo, ao mesmo tempo, que a mobilidade do tráfego motorizado continue “boa o suficiente”, aumentar a segurança e melhorar as condições para pedestres e ciclistas, estimular o desenvolvimento local e melhorar a qualidade visual e arquitetônica. Outra finalidade pode ser contribuir para a transferência do tráfego para uma nova via (Statens vegvesen, 2014A; Tor & Bjarte, 2011).

Descrição da medida

Uma via ambiental é uma via com permissão de passagem, mas onde várias medidas reduzem a velocidade do tráfego motorizado e facilitam o deslocamento para pedestres e ciclistas. Uma medida comum em vias ambientais é a redução da largura da via por um longo trecho, além de outras medidas de redução de velocidade, como, por exemplo, lombadas e/ou fai-

xas de pedestres elevada ou estreitamento alternado da faixa de rodagem (zig-zague), calçadas e ciclovias. Outras possíveis medidas são o alargamento da calçada em cruzamentos, guia nas laterais da via no cruzamento para reforçar a preferencial, bolsões de ônibus delimitados por guia, marcação da área de estacionamento combinada com a proibição de estacionar fora da mesma, refúgios nas faixas de pedestre, colocação de plantas e móveis na calçada, ilhas e iluminação (Statens vegvesen, 2014A). Com base nos diferentes grupos de usuário, o limite da velocidade deve ser de 30 km/h ou 40 km/h (Statens vegvesen, 2014B), mas na prática muitas vias ambientais na Noruega têm um limite de 50 km/h (Statens vegvesen, 2003). Para criar uma aparência esteticamente agradável, utilizam-se materiais de qualidade e de design diferenciado, como diferentes tipos de pedras e revestimentos, por exemplo, nos pavimentos e nas faixas de pedestres elevadas.

Impacto sobre os acidentes

Foram realizadas várias pesquisas sobre os impactos das vias ambientais sobre os acidentes. Os resultados, apresentados aqui, foram construídos sobre as seguintes pesquisas:

Borges, Hansen & Meulengracht-Madsen, 1985 (Dinamarca);
 Stølan, 1988 (Noruega);
 Angenendt, 1991 (Alemanha);
 Freiholtz, 1991 (Suécia);
 Baier et al., 1992 (Alemanha);
 Schnüll & Lange, 1992 (Alemanha);
 Aakjer-Nielsen & Herrstedt, 1993 (Dinamarca);
 Herrstedt et al., 1993 (Dinamarca, França);
 Engel & Andersen, 1994 (Dinamarca);
 Wheeler & Taylor, 1995 (Grã-Bretanha) e
 Statens vegvesen, 2003 (Noruega).

Estudos mais recentes sobre o efeito de vias ambientais sobre o número de acidentes não foram encontradas. Em média foi encontrada uma redução do número de acidentes com vítimas em 35% (intervalo de confiança de 95% [-43; -26]) e uma redução do número de acidentes com danos materiais em 27% (intervalo de confiança de 95% [-36; -18]). Ambos os impactos são estatisticamente significativos. A diminuição dos acidentes pode, entretanto, ser superestimada, pois em nenhum dos estudos houve controle dos modelos de regressão. Elvik (2012) analisou novamente o estudo da Statens vegvesen (2003) com diferentes métodos. Estudos

de antes-depois, com diferentes grupos de controle, encontraram efeitos sobre o número de acidentes com vítimas entre -21% e +4%. O efeito médio é uma redução de 14%. Com controle de modelos de regressão, foram encontrados efeitos entre -27% e +7%, em que o efeito médio foi uma redução de 9%. Isso sugere que os resultados do estudo original podem ter sido afetados por modelos de regressão.

A velocidade média diminuiu de 54,9 km/h para 46,0 km/h. O volume de tráfego diminuiu em média em torno de 3,5%. A figura 3.2.1 mostra a relação entre o efeito sobre a velocidade média e o efeito sobre o número de acidentes, baseada nos estudos listados acima. Quanto maior a queda do índice de acidente, maior a queda da velocidade. A coluna na extremidade esquerda da figura 3.2.1 sugere que o número de acidentes com vítimas aumentou em 56% nas cidades, e isso é significativo.

Impacto na mobilidade

Vias ambientais levam à diminuição da velocidade do tráfego de passagem através das áreas urbanas de grande volume de tráfego. Se a velocidade é reduzida de 50 km/h para 45 km/h ao longo de um trecho de 500 metros, equivale ao aumento de 4 segundos no tempo de condução. Duas pesquisas (Solberg, 1986; Nielsen e Herrstedt, 1993) sugerem que a velocidade aumenta em vias fora das áreas de grande volume de tráfego onde foram contruídas vias ambientais. Ainda verificou-se que a espera para o tráfego nos cruzamentos nas vias laterais pode ter sido ligeiramente reduzido com a construção de vias ambientais, pois uma velocidade mais baixa na via principal torna mais fácil encontrar um intervalo de tempo adequado para decidir-se cruzá-la.

Impacto no meio ambiente

Os impactos das vias ambientais sobre o meio ambiente dependem, entre outros, de como essas vias interferem na velocidade e no volume de tráfego. Velocidade menor e mais suave geralmente resulta em menos ruído e menos emissões de poluentes. Experiências de várias cidades norueguesas sugerem que as melhorias têm proporcionado uma base para mais atividades ao ar livre e há mais pedestres e ciclistas nas vias ambientais. Algumas medidas em vias ambientais podem, entretanto, levar ao aumento do ruído. Aí incluem-se principalmente faixas de pedestres elevadas e pedras no pavimento (www.tiltakskatalog.no).

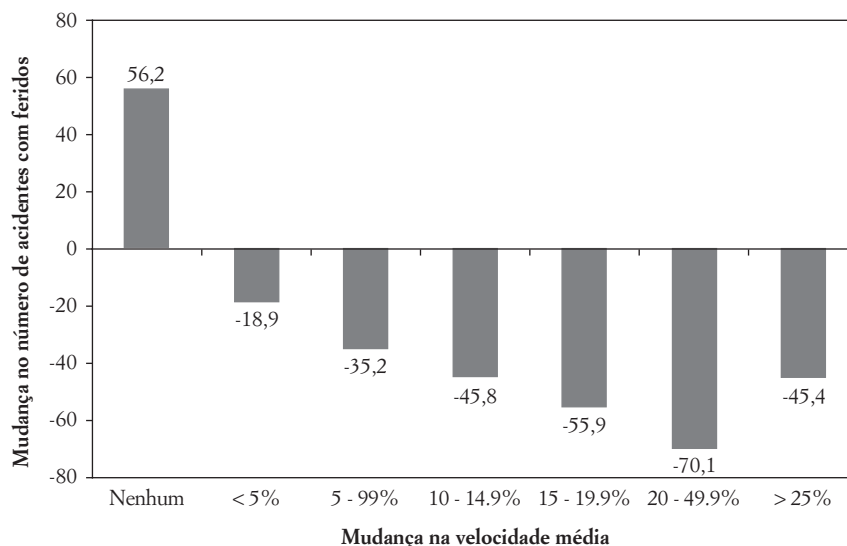


Figura 3.2.1: Alteração nos acidentes com vítimas como consequência da alteração da velocidade média.

Custos

Na Noruega 16 vias ambientais (Via ambiental, 2003) custaram em média NOK 19 milhões por km, com grande variação entre os projetos. Não existem índices de custos mais recentes.

Avaliações de custo-benefício

Na ausência de dados relativos aos custos reais, não é possível fazer uma análise de custo-benefício de vias ambientais. Ademais, ambas as medidas e os custos variam muito de lugar para lugar.

Um exemplo de cálculo para elucidar possíveis impactos das vias ambientais foi realizado em 2004. O exemplo – fictício – compreende uma via ambiental com VDMA de 6.500 veículos e extensão de 750 metros. Assume-se que a velocidade média tenha sido reduzida de 41,5 km/h para 37,5 km/h, o que estende o tempo de condução para cada veículo por 7 segundos. Assume-se que o número de acidentes com vítimas, por causa do efeito na velocidade, seja reduzido em 20%. O benefício da redução de acidentes sob a forma de redução de custos foi calculado em aproximadamente NOK 5,8 milhões, enquanto o aumento dos custos de tempo dos usuários como consequência do aumento do tempo de condução leva a um benefício negativo, de –NOK 5,7 milhões. Esses dois efeitos praticamente se anulam. As alterações dos custos vinculados ao ruído, poluição e emissões dos veículos não foram incluídas no exemplo de cál-

culo. O custo da construção das vias ambientais de 0,75 km é calculado em aproximadamente NOK 14 milhões. Com as suposições aplicadas no exemplo de cálculo acima, os benefícios da medida são substancialmente menores que os custos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Requisitos e procedimentos formais

Diretrizes ou requisitos formais para vias ambientais não foram desenvolvidos. Diferentes publicações da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Haddeland & Nielsen, 1991; Statens vegvesen, 2003; Statens vegvesen, 2014A) estabelecem boa parte do planejamento das vias ambientais. A transformação de uma via com tráfego de passagem para uma via ambiental normalmente requer preparação de zoneamento. Neste trabalho, é importante envolver todas as partes interessadas para garantir que o planejamento reúna todos os problemas a serem resolvidos e chegue-se a soluções com as quais todas as partes possam ser beneficiadas.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pela execução das decisões sobre a construção de vias ambientais encontra-se com o responsável pela via, ou seja, o Estado para vias nacionais, a província para vias provinciais e o município para vias municipais. As decisões em

matéria de zoneamento são tomadas pelo município. Se houver objeções ao plano, qualquer decisão poderá ser tomada pela prefeitura. Despesas com as vias ambientais são consideradas como despesas da própria via e são cobertas em conformidade com as regras das vias públicas para a distribuição de tais custos entre o estado, a região e o município.

3.3 RUAS DE PEDESTRES—“CALÇADÃO”

O capítulo foi revisado em 2011 por Astrid Amundsen e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Em ruas comerciais do centro da cidade, em que o tráfego de veículos é permitido, o risco de acidentes muitas vezes é relativamente elevado. Estudos mais antigos da Noruega mostraram que o risco onde há vias com muitas lojas é 1,3 vez maior que em todas as outras vias em áreas urbanas (Blakstad, 1990); 1,6 vez maior que o risco em todas as vias de uma mesma cidade (Hvoslef, 1980), e 3,9 vezes maior que nas vias nacionais como um todo (Muskaug, 1981). Nas vias centrais, os riscos são 2,8 vezes maiores que nas vias nacionais como um todo (Muskaug, 1985).

Um estudo da Inglaterra (Priyantha Wedagama et al., 2006) mostrou que um aumento no número de lojas em uma área urbana implica um aumento no número de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas, e os acidentes com pedestres e ciclistas aumentam proporcionalmente mais que o número de lojas. Se a quantidade de lojas aumentar em 10% em uma área, o número de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas adultos aumentará entre 67% e 100%, enquanto que o número de acidentes envolvendo crianças que sejam pedestres ou ciclistas aumentará entre 104% e 260%. Um estudo dinamarquês (Greibe, 2003) mostrou que as vias localizadas em áreas de comércio intenso têm 2,4 vezes mais incidência de acidentes que as outras vias da cidade onde o tráfego de pedestres é mais disperso e cerca de 1,6 vez mais acidentes que as vias da cidade em áreas de blocos de apartamentos. Este estudo, contudo, não levou em consideração a relação entre os acidentes e a quantidade de pedestres e ciclistas.

O alto risco de acidentes nos centros comerciais com tráfego misto tem várias razões: as manobras de estacionamentos e de carga/descarga criam muitas situações complexas de trânsito; a grande circula-

ção de pessoas e o alto volume de tráfego nas vias transversais criam muitos conflitos entre o tráfego de veículos e o de pedestres, e a alta densidade de interseções e vias de acesso.

Por meio de um planejamento voltado para os usuários não motorizados nas áreas comerciais, diminuem-se os conflitos entre o tráfego motorizado e os transeuntes. Isso também facilita a implantação de medidas ambientais, como o plantio de vegetação e, possivelmente, o comércio ao ar livre durante o verão. Quando uma via é reorganizada para os pedestres, é importante assegurar que os problemas não sejam transferidos para as vias adjacentes.

Descrição da medida

Considera-se uma área de pedestres uma via onde a condução motorizada não é permitida, exceto para entregas em determinados períodos do dia. As áreas de pedestres são normalmente dotadas de sinalização de proibição de tráfego de veículos em ambas as extremidades de sua extensão, exceto para as entregas devidamente sinalizadas. É comum a construção de áreas de pedestres, de modo que a distinção entre a via pavimentada e a calçada desapareça; as áreas de pedestres normalmente são pavimentadas.

As áreas de pedestres estão presentes em um grande número de cidades e bairros da Noruega e em geral localizam-se na zona comercial central. Não há estatísticas totais quanto à quantidade de áreas de pedestres na Noruega.

Impacto sobre os acidentes

O impacto nos atropelamentos foi analisado nos seguintes estudos:

Lillienberg, 1971 (Suécia);
Lillienberg, BirgerssoneHusberg, 1971 (Suécia);
Dalby, 1979 (Grã-Bretanha);
Frøysadal, Granquist, Helle, Haakenaasen e Kielland, 1979 (Noruega);
Værø, 1992 (Dinamarca) e
Kølster Pedersen, Kulmala, Elvestad, Ivarsson e Thuresson, 1992 (Finlândia).

Com base nestes estudos, tem-se uma melhor estimativa do impacto da construção de áreas de pedestres sobre os acidentes, o que se especifica na tabela 3.3.1 para diferentes ambientes.

TABELA 3.3.1: O IMPACTO NAS ÁREAS DE PEDESTRES QUANTO AO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES:

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes com feridos	Acidentes em áreas de pedestres	-60	(-80; -20)
Acidentes com feridos	Acidentes em vias adjacentes às áreas de pedestres	+5	(-15; +30)
Acidentes com feridos	Acidentes em áreas de pedestres e vias adjacentes	-25	(-40; -10)

Áreas de pedestres proporcionam um forte declínio no número de acidentes. Esta diminuição deve-se principalmente a uma redução acentuada do tráfego motorizado. No entorno dessas vias há uma tendência, estatisticamente não significativa, de aumento dos acidentes. Com a utilização da área de pedestres, os acidentes decrescem. Os estudos não apresentam o controle do volume de tráfego e, portanto, não dizem nada sobre a segurança. Estima-se, ainda, que os estudos sobre a implantação de áreas de pedestres sejam, em parte, focados em áreas onde antes havia um número elevado de atropelamentos. Portanto, espera-se um impacto menor em locais onde os atropelamentos eram um problema menos evidente.

Impacto na mobilidade

Não foram encontrados estudos relacionando a mobilidade e as áreas de pedestres. As áreas de pedestres também beneficiam, além dos próprios pedestres, os ciclistas, de modo que os conflitos com o tráfego motorizado desaparecem ou são minimizados. As condições de entrega de produtos também podem melhorar, ou seja, não há competição com os clientes das lojas por vaga de estacionamento para a realização da entrega, por exemplo. A disponibilidade de comércio em áreas de pedestres restringe aqueles clientes que desejam ter acesso de carro até a porta do estabelecimento comercial. Se as áreas de pedestres contribuem para o aumento do volume de tráfego nas vias adjacentes, as condições de fluxo nessas vias podem piorar. Não foram encontrados estudos que possam confirmar ou refutar estas suposições.

Impacto no meio ambiente

A construção de áreas de pedestres reduz o ruído e a poluição do ar nas vias que sofreram a intervenção. Em Prästgatan (Ostersund) a redução do nível de ruído foi de 6-9 dB (Lillienberg 1971). Em Odda, reduções de ruído de 4-8 dB foram registradas nas

áreas de pedestres (Frøysadalet al., 1979). Nas vias adjacentes, o aumento do nível de ruído foi em torno de 3 dB. Em Odda, registrou-se um número bem menor de habitantes e comerciantes incomodados com ruídos após o estabelecimento das áreas de pedestres (Frøysadalet al., 1979). Considerando uma área de pedestres, acredita-se que as condições para os usuários de veículos e serviços de carga/descarga tenham piorado após a regulamentação das referidas vias, ainda que os lucros não tenham diminuído. Em Prästgatan (Ostersund), a concentração de monóxido de carbono por metro cúbico de ar nas áreas de pedestres foi reduzida em 75% após a mudança (Lillienberg, 1971). A emissão de vários outros gases também foi reduzida.

Custos

Os custos com a reestruturação de uma área de pedestres variam de acordo com as condições locais. O principal custo com a construção de uma área de pedestres é a reestruturação do local que será transformado. Os custos unitários variam de acordo com a quantidade, tipo e qualidade do material.

Considere uma ampla rua de 8 metros que deve sofrer modificações ao se transformar em área de pedestres; os custos totais estimam-se em aproximadamente NOK 800.000, com base tanto nos custos unitários quanto nas informações de Trondheim de 1990 (Øvstedal, 1996). Isso não inclui todo o trabalho de reestruturação da área de pedestres. Quaisquer atividades de plantio de vegetação, por exemplo, não se incluem neste caso. Não foram encontrados mais dados recentes relativos aos custos da construção de áreas de pedestres.

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontradas análises de custo-benefício para as áreas de pedestres. Para ilustrar os efeitos potenciais da medida, em 1997 elaborou-se um exemplo de cálculo: suponha que uma via comercial

que tenha um VDMA de 5.000 veículos e 1,1 milhão de acidentes por veículo por quilômetro percorrido seja convertida em uma área de pedestres, supondo-se que 40% do tráfego seja transferido para uma via adjacente com um VDMA anteriormente de 3.000 veículos e uma taxa de acidentes de 0,6 acidentes com ferido por milhão de veículos por quilômetro percorrido; assume-se que 40% do tráfego tenha desaparecido. O declínio total do volume de tráfego na área de pedestres é, portanto, de 80%. Prevê-se que o número de acidentes diminua em 60% nas áreas de pedestres e tenha um aumento de 50% nas vias adjacentes, em que o volume de tráfego aumenta. Os custos ambientais declarados, tanto das áreas de pedestres quanto das vias adjacentes, mudaram proporcionalmente às alterações do volume de tráfego. À construção das áreas de pedestres foi atribuído um custo de NOK 4 milhões dos orçamentos públicos.

Com base nestes pressupostos, a economia estimada de custos de acidentes é de NOK 23,1 milhões. A estimativa de perda de benefício devido ao tráfego desviado é de NOK 14,3 milhões. A economia de custos ambientais estimada é de NOK 6,1 milhões. O benefício total estimado é de NOK 14,9 milhões. Estima-se que o custo econômico da medida seja de NOK 4,8 milhões. Os benefícios, neste caso, são significativamente maiores que os custos.

Isso não significa necessariamente que qualquer via comercial deva ser convertida em uma área de pedestres. Em muitos lugares o carro pode ser necessário como base para as atividades comerciais, como, por exemplo, em postos de gasolina e em algumas lojas que vendem artigos de grande volume ou elevado peso, como lojas de móveis.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Iniciativas para a criação de áreas de pedestres podem ser tomadas pelas autoridades municipais ou a partir de um órgão competente. Os moradores também podem ter interesse em reduzir o impacto do grande movimento de veículos.

Requisitos e procedimentos formais

Não foram desenvolvidas normas próprias para a concepção das áreas de pedestres. Com relação às normas viárias (Statens vegvesen, Håndbok 017,

de 2008) e de sinalização (Statens vegvesen, Håndbok050, 2009), os princípios para o projeto e sinalização de áreas de pedestres foram apresentados e ilustrados na literatura citada. Por meio da criação de uma área de pedestres, a paisagem urbana passa a ter maior destaque; por outro lado, o fechamento de uma via ao tráfego motorizado afeta os padrões de trânsito nas vias do entorno, que devem ser incluídas no plano de intervenções da área de pedestres. Geralmente é necessário desenvolver um novo zoneamento da área. O município tem autoridade reguladora e autonomia para a aprovação dos referidos planos.

Responsabilidade pela execução da medida

De modo geral, as áreas de pedestres têm âmbito municipal. Na maioria dos casos, os custos com a construção e manutenção das referidas áreas de pedestres são de responsabilidade do município. A área para pedestre é introduzida com a placa de trânsito 548 – Pedestre.

3.4 ÁREAS DE RECREAÇÃO

O capítulo foi revisado em 2011 por Astrid Amundsen e por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

As vias urbanas em áreas residenciais muitas vezes têm uma função social. O aumento do tráfego e da demanda por estacionamento a ele associada pode reduzir esta função social (Appleyard e Lintell, 1972; Rasmussen, 1990). Uma pesquisa norueguesa (Blakstad e Giæver, 1989) mostrou que o risco de acidentes com feridos por milhão de veículos por quilômetro nas vias de acesso a essas áreas é cerca de duas vezes maior que o das vias urbanas em aglomerações intermediárias e cerca de 2,5 vezes maior que nas vias principais em aglomerações. Um estudo dinamarquês (Greibe, 2003) mostrou que as áreas urbanas com muitos condomínios apresentam risco 1,5 vez maior, uma vez que há grande aglomeração de pessoas.

Com a redistribuição do tráfego, o volume de veículos pode diminuir nas áreas residenciais. A modificação da via fará com que ela pareça mais atraente para residir. Deste modo, recuperam-se alguns aspectos sociais e ambientais. A transformação de vias

em áreas de recreação melhora o ambiente e aumenta a segurança viária, além de reduzir a velocidade. O propósito das áreas de recreação é proporcionar aos residentes um ambiente externo que seja seguro e atrativo; sem isso, o ambiente será bem menos cômodo.

Descrição da medida

A área de recreação é uma medida cuja finalidade é de preferência, promover a estada e a recreação das pessoas em lugares onde o tráfego motorizado tenha um alcance limitado. As áreas de recreação com tráfego moderado são uma mistura de usuários de tráfego, incluindo pedestres, e elas podem ser incluídas como um dos vários instrumentos que podem ser usados no reordenamento do tráfego de uma área.

As áreas de recreação podem ser equipadas com plantas, caixas de areia, playgrounds, mesas e bancos, entre outros equipamentos, conforme a necessidade. As vias não devem ser retilíneas e não devem ser marcadas por meios-fios ou outra diferença entre a altura da faixa de rolamento e os demais espaços. Os locais de estacionamento devem ter sinalização específica. A entrada nessas áreas e a saída delas devem ocorrer acima da altura do meio-fio e estas áreas não deveriam ter tráfego de passagem.

Este capítulo também discute áreas de estar e de lazer, adaptação do termo dinamarquês para as áreas de recreação. As áreas de estar e de lazer devem ter uma sinalização que indique o limite de velocidade em 15 km/h e deve haver medidas de redução de velocidade a cada 50 metros.

As áreas de recreação devem basear-se primeiramente em medidas ambientais, embora essas medidas melhorem também a segurança viária. A idéia dessas áreas teve origem nos Países Baixos, onde foi lançada como uma alternativa para os princípios SCAFT (Stadsbyggnad, Chalmers, Arbetsgruppen För Trafiksäkerhet) para separação e diferenciação da rede viária (Kraay, Mathijssen e Wegman, 1984). Estes princípios podem ter sido parcialmente criticados, pois uma divisão funcional rigorosa do sistema viário pode criar um ambiente de lentidão de tráfego.

Na prática não há necessariamente qualquer contradição entre os princípios SCAFT e as áreas de recreação. Ao contrário, uma excelente reordenação do

tráfego baseada nos princípios SCAFT pode ser uma condição necessária para a construção de áreas de recreação. O bairro de Møllenberg, na cidade de Trondheim, levou seus residentes a iniciar construções de áreas de recreação depois que a área sofreu uma reordenação de tráfego. Quando as vias possuem tráfego de passagem, torna-se difícil construir áreas de recreação que funcionem como o pretendido.

As áreas aqui mencionadas foram construídas a partir de áreas residenciais que abrangiam uma parte maior da cidade em bairros da Noruega nos anos 70. Essas áreas de recreação são delimitadas pelos sinais de trânsito 540 e 542. Segundo as normas de sinalização (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009), as áreas de recreação podem ser definidas como tal apenas se atenderem as seguintes configurações:

- a área não tem tráfego de passagem;
- nenhuma via residencial dentro da área de recreação está a mais de 300 metros da saída desta área;
- a divisão entre a pista de rolamento e as calçadas é removida;
- são introduzidas medidas de redução da velocidade, lombadas, nas passagens de veículos;
- espaços de estacionamento para veículos têm sinalização especial;
- as entradas para as áreas e as saídas delas devem apresentar desnível.

Não foram encontrados estudos sobre a quantidade de áreas de recreação construídas na Noruega.

As áreas de recreação são semelhantes ao “espaço compartilhado” ou à “área de uso comum” (veja o capítulo 3.24). A principal diferença é que os espaços compartilhados tendem a localizar-se no centro das cidades, de modo que os usuários da via não são somente os residentes, podendo ocorrer, assim, o conflito entre os diferentes grupos de usuários. Pequenas aplicações têm sido utilizadas em áreas com VDMA de 2.000 a cerca de 15.000 veículos. Nas áreas de recreação, o número de veículos deve ser menor do que este.

Impacto sobre os acidentes

Os impactos das áreas de recreação sobre os acidentes foram pesquisados na Noruega (Muskaug, 1983), na Alemanha (Kahrman, 1988), nos Países Baixos (Janssen e Verhoef, 1989) e na Dinamarca (Engel e Krogsgaard Thomsen, 1990). A maioria das pesquisas envolvia áreas de recreação com reor-

denamento de tráfego em projeções mais extensas e confiáveis, incluindo a aplicação de medidas de moderação de tráfego.

As melhores estimativas sobre o impacto das áreas de recreação com relação ao número de acidentes mostram uma redução em 25% (-45; -5) nos acidentes com feridos e uma redução de 20% (-40; +5) nos acidentes envolvendo danos materiais. Estes impactos aplicam-se somente às vias que são transformadas em áreas de recreação, e não à área total do tráfego. O declínio dos acidentes deve-se provavelmente à combinação da redução do volume de tráfego e da velocidade. Isso coincide com o fato de que as áreas de recreação podem ser intencionalmente usadas como espaços de bem-estar.

Impacto na mobilidade

As áreas de recreação podem reduzir a mobilidade para condutores de automóveis, porém podem aumentar a mobilidade nas áreas de passeio e para os ciclistas. O volume de tráfego motorizado diminuiu significativamente em duas áreas de recreação em Sofienberg e em Sandefjord. A velocidade foi reduzida para 15 a 25 km/h, uma redução de cerca de 20% em relação ao nível de velocidade anterior, além do fato de muitos condutores terem deixado de usar as vias (Muskaug, 1983). A proporção de pedestres em atividades de lazer nas ruas aumentou nas áreas de recreação. A duração média do tempo de atividades externas nestas áreas aumentou entre 10 e 30%. Em ruas comparáveis, sem áreas de recreação, o tempo de permanência registrado nas ruas é entre 10 a 30% menor. As áreas de recreação podem gerar atrasos e reduzir a mobilidade para os veículos de emergência e de manutenção.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas documentando os impactos das áreas de recreação em relação à limpeza, ruídos e poluição do ar. A implantação de áreas de recreação normalmente gera uma diminuição da velocidade e a redução do porcentual de trânsito pesado. Isso pode contribuir para menos ruídos (Haakenaasen, 1982).

As áreas de recreação recriam áreas comuns ao ar livre, convidativas à recreação e às atividades sociais. Isso implica na melhoria da qualidade de vida nesses ambientes. As pessoas consideram mais fácil e

mais agradável ser um pedestre ou um ciclista nessas ruas e geralmente deixam seus filhos brincarem fora de casa (Muskaug, 1983).

Pode haver vários carros estacionados nas áreas de recreação. Em Sofienberg, houve um aumento do tempo de estacionamento. Foram demarcadas, por exemplo 100 vagas para estacionamento, mas já houve casos de haver 200 carros estacionados nessas áreas de recreação. (Muskaug, 1983).

Custos

Os gastos com conversão em áreas de recreação variam muito, dependendo, entre outros, do tamanho das áreas e do padrão das medidas. O principal custo com os recursos de construção dessas áreas de recreação é a reestruturação do revestimento.

Se uma rua de 8 por 200 metros for convertida, além da fixação de seis placas de trânsito, o custo total estimado será de NOK 800.000, baseado no custo unitário e nas informações de Trondheim, município de Sommeren, 1990 (Øvstedal, 1996). Além disso, consideram-se também os custos de planejamento da área e de plantios e jardinagem.

A manutenção das áreas de recreação no inverno pode ser mais cara do que a manutenção das outras ruas da cidade na mesma época, por ser mais difícil o uso de máquinas de neve (Amundsen, 1984). As áreas de recreação devem ser planejadas de modo a evitar o acúmulo de neve, o que tem impacto sobre os custos de manutenção (Amundsen, 1984).

Um levantamento das despesas com as áreas de recreação no inverno (Amundsen, 1984) mostrou que a despesa geral, sem a remoção da neve, é de NOK 0,14 a 6,87 por metro quadrado. Com a remoção da neve, gastava-se mais do que o dobro, ou seja, mais de NOK 16 por metro quadrado. Há, portanto, muito que se economizar ao projetar as áreas de recreação de modo a eliminar a necessidade de remoção da neve, ou então de forma que a necessidade de executar essa atividade seja menos frequente (Amundsen, 1984).

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontradas pesquisas sobre a análise de custo-benefício das áreas de recreação da Noruega. A rentabilidade econômica do projeto é desconheci-

da. Para se ter uma ideia da extensão deste trabalho, em 1997 foi elaborado um exemplo de cálculo. Ele suponha uma via de acesso com um VDMA de 500 veículos e uma taxa de 1,1 acidente com feridos por milhão de veículos/km convertida em áreas de recreação. Supõe-se que o número de acidentes com feridos caia 25% e o número de acidentes envolvendo danos materiais 20%. Assume-se que a velocidade diminuiu de 30 para 20 km/h. Velocidades baixas neste patamar causam aumento tanto dos custos operacionais dos veículos quanto da emissão de poluentes. Não obstante, presume-se que o benefício ambiental chegue a NOK 0,09 por veículo/km (Grue, Langeland e Larsen, 1997). Este ganho corresponde ao aumento do valor dos imóveis, bem como à redução de 1 veículo/km de condução nas proximidades das residências projetadas para a cidade de Oslo. Espera-se que o incremento do valor das moradias se reflita em benefícios sociais, tais como o aumento da sensação de segurança, maior oportunidade para deixar as crianças brincando sozinhas fora de casa e menores níveis de ruídos.

A partir destas premissas, o benefício para a segurança viária das áreas de recreação de 1 km foi estimado em cerca de NOK 1,25 milhão em virtude dos custos reduzidos de acidentes. Os custos com o tempo de viagem aumentaram em cerca de NOK 3,55 milhões, e os custos operacionais dos veículos, em cerca de NOK 0,64 milhão. Os custos ambientais foram reduzidos para cerca de NOK 0,19 milhão. O benefício geral ainda é negativo, com menos NOK 2,75 milhões, principalmente devido ao aumento dos custos com o maior tempo de viagem. Os custos econômicos do projeto foram estimados em cerca de NOK 4,8 milhões por quilômetro de via.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A maioria das vias que são apropriadas para a construção de áreas de recreação é municipal. As medidas de iniciativa são, portanto, tomadas pelas autoridades municipais ou mesmo pelos residentes da área.

Requisitos e procedimentos formais

Não foram estabelecidas normas próprias para o projeto de áreas de recreação, mas os princípios para a concepção dessas áreas e as recomendações

de planejamento são fornecidos nos seguintes livros publicados pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega: Håndbok 017, Estrada e projeto de ruas; Håndbok 050, Sinalizações do trânsito, e Håndbok 072, Medidas de redução da velocidade em áreas de recreação. Hoem et al. (1979) e Dyring e Bettum (1982) também discutem os princípios para o planejamento de áreas de recreação, bem como o custeio das várias medidas.

Responsabilidade pela execução da medida

As despesas de reordenamento para a implantação de áreas de recreação são geralmente pagas pelo município. O governo estadual em alguns casos fornece subsídios para estas iniciativas. As áreas de recreação normalmente estão em vias municipais. O município cobre os custos com a manutenção. Em alguns casos, os responsáveis são obrigados a realizar determinadas manutenções durante o período de inverno (Amundsen, 1984).

3.5 CONTROLE DE ACESSOS

O capítulo foi escrito em 1997 (TØI) e parcialmente revisado em 2011 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Um acesso é qualquer ligação rodoviária entre uma propriedade privada e as vias públicas. Além do ponto de acesso em si, parte da via de ligação também é considerada como ponto de acesso. A partir de 1945 houve um forte crescimento das cidades e aumento do número de estabelecimentos lindeiros às rodovias. Entre 1955 e 1975, houve um aumento de 77% da área urbana na Noruega (Statistisk sentralbyrå, 1982). Como consequência deste desenvolvimento, o número de acessos ao longo das rodovias também aumentou.

Havia, em 1978, cerca de 250.000 acessos ao longo das rodovias (Samferdselsdepartementet, St.meld. 80, 1980-81). O número atual de acessos existentes é desconhecido devido à falta de dados atualizados. No entanto, há razões para acreditar que o número de acessos aumentou; por outro lado, houve também uma ampliação da malha rodoviária.

A regulação de acessos visa reduzir o número de acessos ao longo das rodovias, projetando cada

acesso da forma mais segura possível e distribuindo o tráfego entre as vias de ligação de tal forma que os riscos de acidentes sejam minimizados.

Descrição da medida

Este capítulo descreve a relação entre o número de acessos e o número de acidentes. Além disso, tem-se a descrição das seguintes medidas:

- Construção de rodovias sem acessos;
- Fechamento de acessos;
- Fusão de acessos;
- Acessos mais bem projetados.

Não há estatísticas norueguesas que mostram o impacto dessas medidas.

Impacto sobre os acidentes

Correlação entre o número de acessos e o número de acidentes

A correlação entre o número de acessos em um trecho de rodovia e o número de acidentes foi examinada por:

Vogt e Bared, 1998 (EUA);
Wang, Hughes e Stewart, 1998 (EUA);
Ivan, Wang e Bernardo, 2000 (EUA) e
Cafiso, Di Graziano, Di Silvestro, La Cava e Per-
saud, 2010 (Itália).

Todos os estudos utilizam modelos de regressão para previsão do número de acidentes em um determinado trecho de rodovia a partir de suas características. Nos modelos, o volume de tráfego é controlado e, para cada estudo, é estimado o aumento da quantidade de acidentes por quilômetro de via no caso de aumento do número de acessos. Os resultados em conjunto mostram que o aumento do número nos acessos acarreta aumento no número de acidentes em 2,3% (1,8; 2,9). A maioria dos resultados aplica-se às rodovias de pista simples. Não há praticamente nenhuma diferença entre os resultados das rodovias de pista simples e os de pista dupla. Para áreas urbanas não há resultados.

Ivan, Wang e Bernardo (2000) mostraram que a relação entre o número de acessos e o número de acidentes difere em relação aos acidentes envolvendo um só veículo e aqueles envolvendo mais de um

veículo. Os resultados deste estudo mostram um aumento no número de acidentes com mais de um veículo com o aumento do número total de acessos; tem-se também o aumento de acidentes envolvendo um único veículo com o aumento do número de acessos para áreas residenciais. Quando há um aumento do número de acessos a postos de gasolina, revela-se, no entanto, uma redução no número de acidentes envolvendo um único veículo. A explicação, de acordo com os autores, é que os postos de gasolina são muito iluminados e a maioria dos acidentes com um único veículo acontece durante a noite. A redução dos acidentes seria um reflexo, portanto, principalmente das condições de iluminação e não da presença do acesso em si.

O aumento dos acidentes com o aumento do número de acessos também foi encontrado em um levantamento sobre o risco nas rodovias norueguesas durante o período 1977-1980 (Muskaug, 1985). Esta pesquisa não foi atualizada para toda a rede rodoviária nacional, mas uma pesquisa similar mais recente, abrangendo uma variedade de trechos rodoviários, apresentou a mesma tendência (Blakstad e Giæver, 1989). Com base no estudo de Muskaug (1985), a relação entre o número de acessos por quilômetro de rodovia e o risco relativo de acidentes é apresentada na figura 3.5.1. A taxa de acidentes (número de acidentes por milhão de veículos-km) neste estudo é de 0,11 para rodovias de Classe B. A figura 3.5.1 mostra também a relação entre o número de acessos e o risco de acidentes com base nos resultados combinados dos quatro estudos previamente descritos.

Construção de rodovias sem acessos

Ao construir novas rodovias, determinam-se rotas padrão para acessos lindeiros (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008). Nas rodovias federais e naquelas mais importantes, a existência de acessos é evitada ao máximo. Rodovias expressas (autoestradas) e rodovias com maiores limites de velocidade possuem menos acessos. Outras rodovias principais com limites de velocidade entre 80 e 90 km/h podem ter mais acessos até certo ponto. Quando está previsto um novo traçado para uma rodovia federal, devem-se planejar os acessos. Um acesso pressupõe o estabelecimento de uma rede de vias locais que se conectam às rodovias principais através de interseções.

As taxas de acidentes nas rodovias expressas (autoestradas) são geralmente mais baixas do que em

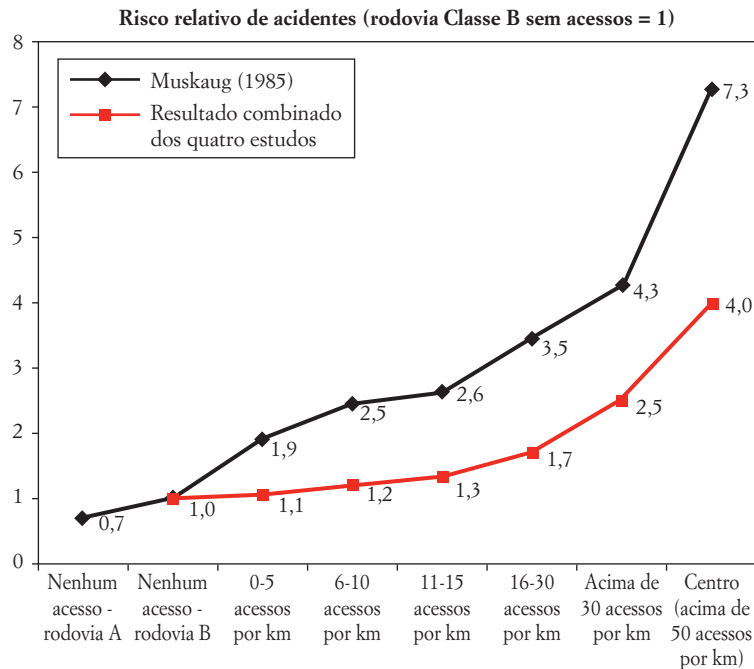


Figura 3.5.1: Relação entre o número de acessos por km de rodovia e os acidentes (Statens vegvesen).

outras rodovias locais. A construção de uma rodovia sem acessos não necessariamente contribui para uma diminuição do número de acidentes, porque geralmente há um aumento no volume de tráfego.

Fechamento de acessos

O fechamento de acessos impacta sobre a acessibilidade do tráfego aos locais próximos à rodovia e normalmente só faz sentido quando da cessão da necessidade de uso dessas vias, porque, por exemplo, algum empreendimento foi fechado ou desocupado. O impacto do fechamento de acessos sobre os acidentes pode ser calculado com base em alguns estudos noruegueses que examinaram a relação entre a densidade de acessos e os acidentes. Os resultados aqui apresentados baseiam-se nas seguintes pesquisas:

Jensen, 1968;
 Grimsgaard, 1976;
 Hvoslef, 1977;
 Amundsen, 1979;
 Grimsgaard, 1979;
 Hovd, 1979 e
 Muskaug, 1985.

Com base nestes estudos, tem-se o impacto da redução da densidade de acessos sobre o número de acidentes, conforme a tabela 3.5.1.

O fechamento de acessos e a redução do tráfego associada à medida reduzem o número de acidentes com feridos em torno de 25-30%, quando a densidade de acessos é reduzida para cerca da metade do número original. Salienta-se que estes números referem-se à redução da densidade de acessos juntamente com o tráfego associado a eles.

Fusão de acessos

Normalmente não é possível impor o fechamento de acessos como discutido acima. Enquanto houver a necessidade de acesso a uma propriedade, o acesso pode ser estabelecido na forma um acesso separado para cada propriedade ou a fusão de acessos, que serviriam para várias propriedades ao mesmo tempo. Quando o tráfego de vários pequenos acessos se funde, obtêm-se menos acessos, porém com maior fluxo de tráfego em cada um.

Dois estudos noruegueses (Hovd, 1981; Vodahl e Giæver, 1986) mostraram que os acidentes em interseções e acessos aumentam conforme o aumento proporcional do volume de tráfego nas vias laterais. O aumento do volume de tráfego nas vias adjacentes à rodovia contribuiria, portanto, para o aumento do número de acidentes, de modo que há dúvidas se a fusão de acessos reduziria o número de acidentes.

TABELA 3.5.1: IMPACTOS DA REMOÇÃO DE ACESSOS E DO TRÁFEGO ASSOCIADO SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Redução da densidade de acessos de mais de 30 acessos/km para um valor entre 15-30 acessos/km			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-29	(-33; -25)
Redução da densidade de acessos de 16-30 acessos/km para um valor entre 6-15 acessos/km			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-31	(-34; -29)
Redução da densidade de acessos de 6-15 acessos/km para um valor abaixo de 6 acessos/km			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-25	(-28; -22)

Encontrou-se somente um estudo em que os acidentes ocorridos nos acessos variam de acordo com o volume de tráfego neles (Hovd, 1981). A pesquisa mostrou as seguintes taxas de risco (em acidentes com feridos registrados pela polícia por milhão de veículos-km percorridos) em acessos com diferentes volumes de tráfego (tabela 3.5.2).

Os números mostram que o nível de risco de acidentes em um determinado número de acessos por quilômetro aumenta quanto maior for o volume de tráfego. Quando há fusão de acessos, há acúmulo de tráfego. Com base na tabela 3.5.2, estima-se que uma redução para a metade no número de acessos devido à fusão implica que o número de acidentes permanece inalterado (-8%; + 8%).

Acessos mais bem projetados

A importância do projeto de acessos individuais sobre o nível de risco foi investigada em um estudo norueguês (Hovd, 1979). A pesquisa levou em conta a extensão dos acessos e o raio da curva e constatou que o aumento da extensão do *taper* de acesso na rodovia principal não reduz o número de acidentes nos acessos. O aumento do compri-

mento do *taper* de acesso em aproximadamente o dobro resultou em torno de 10% de acidentes a mais nos acessos (-5%; + 30%). O aumento não foi estatisticamente significativo. O aumento do raio da curva na via principal não resulta em menos acidentes; entretanto, um aumento do raio da curva por um fator de cerca de 3-5 resultou em aproximadamente 30% mais acidentes (+8%, +59%). O estudo conclui que os resultados “podem indicar que o condutor nas rodovias com acessos mal projetados percebe os riscos e os compensa de algum modo, havendo uma diminuição total da quantidade de acidentes e de sua gravidade” (Hovd, 1979, p.187).

Impacto na mobilidade

A remoção ou fusão dos acessos pode dificultar a acessibilidade para os condutores de áreas residenciais adjacentes à rodovia. Em alguns locais, os acessos foram desativados dando lugar à construção de ciclovias e caminhos para pedestres, permitindo o acesso à rodovia e a outras propriedades. Isso é adotado apenas em lugares onde há relativamente poucas propriedades que utilizam as vias de pedestres e as ciclovias como acesso à rodovia.

TABELA 3.5.2: RISCOS NOS ACESSOS COM DIFERENTES DENSIDADES, DEPENDENDO DO VOLUME DE TRÁFEGO NAS SAÍDAS. FONTE: TØI.

Número de acessos por 0,5 km de rodovia	Acidentes com feridos por milhão de veículos-km					Soma
	Fluxo de tráfego por 0,5 km de rodovia					
	0-59	60-129	130-299	300-499	Acima de 500	
0-5 (3)	0,23	0,32	0,46	0,45	0,57	0,26
6-10 (8)	0,22	0,28	0,32	0,46	0,60	0,30
11-15 (13)	0,17	0,25	0,42	0,43	0,60	0,39
Acima de 15 (25)			0,30	0,68	0,81	0,65
Soma	0,22	0,29	0,37	0,49	0,70	0,31

O aumento da quantidade de veículos nos acessos reduz a velocidade (Sakshaug, 1986). Um estudo norueguês mostrou que o aumento do número de acessos em 10 por 500m em uma via reduz a velocidade média do tráfego em 1 km/h, sendo o limite de velocidade de 50 km/h e, em 8,8 km/h, sendo o limite de velocidade de 80 km/h.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que demonstrassem os impactos ambientais das medidas que foram discutidas neste capítulo. Os efeitos provavelmente dependem de como as medidas são usadas. A construção de rodovias com acessos alivia o trânsito de áreas populosas, melhorando o ambiente local. A remoção dos acessos pode proporcionar maior segurança, mas também pode levar a um desvio do trânsito local.

Custos

Os custos dependem das medidas tomadas. Vias de pedestres e ciclovias podem, em alguns casos, servir como vias alimentadoras para um pequeno número de propriedades residenciais e, assim, possibilitar a reconstrução de acessos na rodovia existente.

Avaliações de custo-benefício

Não há análises de custo-benefício para todas as medidas discutidas neste capítulo. As análises de custo-benefício para a construção de rodovias com acessos foram descritas no capítulo 1.2.

Em 1997 foi realizado o seguinte cálculo para demonstrar se os benefícios do aumento da velocidade como resultado da fusão de acessos superariam os custos: por cada dupla de acessos que se fundem, pode-se, em princípio, aumentar o limite de velocidade, por exemplo, de 60 para 70 km/h; suponha-se que o custo da construção de novas vias de acesso seja, por exemplo, NOK 4 milhões por quilômetro de via; possibilita-se reduzir o número de acessos até o ponto em que o limite de velocidade possa ser mudado de 60 para 70 km/h; assume-se que o número de acidentes não tenha sofrido alterações. Se a velocidade média aumenta, por exemplo, de 62 para 67 km/h em uma rodovia com VDMA de 4.000 veículos, o valor economizado nos custos de tempo calculado ao longo de 25 anos será de cerca de NOK 2 milhões (valor menor que o custo da medida).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a construção de acessos em rodovias geralmente deve ser tomada pelas autoridades rodoviárias que fazem parte do planejamento rodoviário em cada município.

Requisitos e procedimentos formais

O estado deverá incorporar em seu plano de zoneamento diretrizes para a construção de acessos (Statens vegvesen, Håndbok 075, 1980). As diretrizes devem incluir todas as rodovias estaduais e determinar procedimentos de avaliação rigorosa dos pedidos para a construção de novos acessos. Quando os acessos são construídos, normalmente é desenvolvido primeiro um planejamento e, em seguida, um plano detalhado para um projeto rodoviário (zoneamento). Com base no plano mais detalhado, prepara-se um modelo de construção para o projeto rodoviário. A construção dos acessos deve ser autorizada pelo Departamento de Estradas e Rodagem. As Normas de Rodovias (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008) contêm os requisitos para o projeto de interseções.

Responsabilidade pela execução da medida

Os custos de construção de acessos rodoviários são normalmente atribuídos ao órgão gestor da rodovia, seja de jurisdição federal ou estadual. Em alguns projetos nos últimos anos foi utilizado o financiamento proveniente da receita de pedágio. A permissão para construir um novo acesso deve ser concedida pelo departamento de vias regionais, no caso das rodovias, ou pelo município, no caso das vias municipais.

3.6 REGULAMENTAÇÃO DA PRIORIDADE DE PASSAGEM

O capítulo foi revisado em 2011 por Astrid Amundsen e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

O tráfego intenso e com muitas interseções em vias de pequenas e grandes cidades pode causar situações de preferência duvidosas, prejudicando

o gerenciamento do tráfego se todas as interseções forem reguladas pela regra de preferência de quem vem pela direita, que parece ser uma regra não eficaz principalmente em interseções entre uma via de fluxo intenso e outra com pouco tráfego (Johannessen, 1984). Quase metade dos condutores dirige nas vias mais congestionadas como se tivessem prioridade de passagem em relação às vias com menos tráfego nas interseções. Se devidamente respeitada nas pequenas e grandes cidades, a regra de prioridade de quem vem pela direita impõe atrasos, já que o fluxo mais intenso pode ser obrigado a dar prioridade para quem vem pela direita, favorecendo a formação de filas e a redução da fluidez do tráfego.

A regulamentação de prioridade de passagem tem por objetivo melhorar não apenas a operação dos veículos nas vias principais, mas também o fluxo de tráfego e a segurança dos usuários, esclarecendo eventuais dúvidas na preferência de passagem.

Descrição da medida

A prioridade de passagem é estabelecida por meio da instalação das placas de sinalização 206, “Via com prioridade”. Haverá o cumprimento desta norma até que se encontrem as placas 208, “Fim da prioridade da via”. Nas interseções com as referidas vias, deve haver a placa 202, “Dê a preferência” ou 204, “Pare”; a sinalização de “Dê a preferência” pode ser marcada no pavimento, por meio de sinalização horizontal. A placa 208 sinaliza o início da via com prioridade.

De acordo com o Manual 050 (Statens vegvesen, 2009), uma via com regulamentação de prioridade de passagem deve seguir os seguintes critérios:

- Função superior (via principal sobre via local, por exemplo);
- VDMA superior;
- Padrão mais elevado;
- Limite mais alto de velocidade.

As vias preferenciais devem, no entanto, sempre ter uma função maior de tráfego, assim como maiores volumes de tráfego que as vias adjacentes. As principais rotas de transporte e ciclovias devem ter prioridade de passagem, assim fica estabelecido um padrão de condução no que diz respeito ao direito de passagem junto às demais vias. Como regra geral, todas as vias principais, dentro e fora das zonas urbanas, devem ter regulamentada a prioridade de passagem.

Por volta de 1970, a maior parte da rede nacional de vias/rodovias em áreas rurais na Noruega tinha regulamentada a prioridade de passagem (Amundsen, 1973A, 1973B). Nas pequenas e grandes cidades na Noruega, grande parte da rede viária ainda é regulada pela regra de prioridade de quem vem pela direita. Por volta de 1990, a proporção da rede viária nas cidades de Oslo, Trondheim, Stavanger, Tromsø e Larvik quanto à regulamentação de prioridade de passagem variava entre 10% e 15% (Elvestad, Freiesleben, Poutanen, Thormar e Helmers, 1991).

Impacto sobre os acidentes

O impacto da regulamentação de prioridade de passagem sobre os acidentes foi examinado nos seguintes estudos:

Pegrum, Lloyd e Willett, 1972 (Austrália);
Amundsen, 1973A (Noruega);
Amundsen, 1973B (Noruega);
Daltrey, Howie e Randall, 1978 (Austrália);
Dimmen e Giæver, 1990 (Noruega);
Stigre, 1991 (Noruega);
Stigre, 1993 (Noruega); e
Buran, Heieraas e Hovin, 1995 (Noruega).

Com base nestes estudos, a melhor estimativa em relação aos acidentes de trânsito quanto à regulamentação de prioridade de passagem apresentou um aumento no número de acidentes com feridos de 5% (-2; 12) e um aumento no número de acidentes com danos materiais de 3% (-3; 7). Os efeitos não são estatisticamente significativos. Isso pode parecer um pouco surpreendente, uma vez que foi demonstrado que a regulamentação da prioridade de passagem resulta em condições mais claras de preferência nas interseções, o que facilitaria o cumprimento da regra (múltiplas sinalizações de “Dê a preferência”, ao invés de preferência para quem vier pela direita). Nos cruzamentos regulamentados há melhor fluidez de trânsito com menores custos de acidentes que nas interseções regulamentadas pela regra de prioridade para quem vem pela direita, independente do limite de velocidade, e menor porcentagem de mortos ou todos os tipos de feridos para um limite de velocidade de 50 km/h.

Por outro lado, demonstra-se um aumento na velocidade devido à regulamentação da prioridade de passagem, além de mudanças quanto à atenção e ao comportamento dos usuários das vias, as quais não foram estudadas.

Impacto na mobilidade

O impacto na mobilidade da regulamentação da prioridade de passagem nas vias foi examinado por Amundsen, 1973A, Hallione Michael, 1978, Johannessen, 1984, 1985, e Stigre, 1991, 1993. Algumas pesquisas norueguesas demonstram as mudanças de velocidade, conforme mostra a tabela 3.6.1.

Em nenhuma pesquisa houve medições de velocidade nos trechos onde foi introduzida a regulamentação do controle de prioridade de passagem. Quando houve essas medições, observou-se alteração na taxa de tentativa de mudança de rotas relacionada à introdução de controle de prioridade de passagem.

Todos os resultados mostram que a velocidade aumenta devido à regulamentação de prioridade de passagem, o que ocorre em todas as vias. Há uma tendência para que o aumento seja maior quando há as referidas regulamentações. Enquanto as interseções eram regulamentadas pela regra de prioridade de quem vem pela direita, os condutores em sua maioria observavam o tráfego nas vias laterais quando estavam próximos de parar na interseção.

As mudanças no comportamento dos pedestres relacionadas com o cumprimento das regras de regulamentação de prioridade de passagem apresen-

tadas na tabela 3.6.2 mostram a porcentagem dos condutores que aderiam às regras de sinalizações anteriormente, que consistiam na prioridade de quem vem pela direita nas interseções, e posteriormente, quando foi instalada a sinalização estabelecendo a preferência.

A tabela 3.6.2 mostra que o respeito quanto à obrigação de cumprir as regras de preferência tem melhorado nos locais em que foram realizados os estudos.

Impacto no meio ambiente

Não se encontraram estudos que demonstrem como a regulamentação de prioridade de passagem impacta o meio ambiente. O tráfego nas vias principais com regulamentação de prioridade de passagem é menos propenso a paradas bruscas que em vias com regra de preferência de quem vem pela direita, que pode reverter prioridade no trânsito para as vias laterais (Amundsen, 1973A). A redução das frenagens e da aceleração normalmente reduzirá as emissões de gases de escape. Quando há um volume de tráfego maior na via principal que na lateral, a regulamentação de prioridade de passagem pode, portanto, priorizar a redução da emissão de poluentes. Os efeitos reais sobre as emissões não estão documentados.

TABELA 3.6.1: ALTERAÇÕES DE VELOCIDADE DEVIDO À REGULAMENTAÇÃO DA PRIORIDADE DE PASSAGEM. VELOCIDADE MÉDIA EM KM/H.

Pesquisas	Local	Tentativas (km/h)		Controle (km/h)		Alterações na porcentagem
		Antes	Depois	Antes	Depois	
Stigre, 1991	Interseção	37,8	41,1	41,1	39,5	+13,1
	Trechos	45,6	47,5	48,4	48,9	+ 3,1
Stigre, 1993	Interseção	47,4	48,7			+ 2,7
	Trechos	51,4	52,2			+ 1,6
Buranm.et.al., 1995	Passarelas para pedestres	43,1	43,0	47,9	45,7	+ 4,6
	Trechos	40,2	41,5			+ 3,2

TABELA 3.6.2: MUDANÇAS NO CUMPRIMENTO DAS REGRAS DE PREFERÊNCIA EM INTERSEÇÕES E PASSAGENS DE PEDESTRES NAS VIAS EM QUE SE INTRODUZIU A REGULAMENTAÇÃO DE PRIORIDADE DE PASSAGEM. PORCENTAGEM DOS QUE CUMPREM AS REGRAS DE PREFERÊNCIA.

Pesquisas	Local	Porcentagem dos que cumprem as regras de preferência			Número de veículos pesquisados	
		Antes	Depois	% Mudança	Antes	Depois
Stigre, 1991	Interseções	87	95	8	1557	1410
	Passarela para pedestres	57	65	8	97	74
Stigre, 1993	Interseções	56	93	37	1854	1479
	Passarela para pedestres	42	66	24	219	125
Buranm.et.al., 1995	Interseções	80	91	11	198	105
	Passarela para pedestres	43	76	33	114	133

Custos

Os custos diretos de trechos com regulamentação de prioridade de passagem incluem a instalação de sinalização vertical e sinalização horizontal no caso da preferência de passagem. Há registros em torno de 35 km de rodovias (Ragnøy, Vaa e Nilsen, 1990), os quais mostram uma densidade média de 4,3 sinais por km de via, dos quais cerca de 6 a 7% são sinais de regulamentação de prioridade de passagem e equivalem a aproximadamente 0,25-0,30 de sinais por km de rodovia. Registros semelhantes em mais de 22 km de vias em áreas urbanas mostraram uma densidade média em torno de 20 sinais por km de via, das quais cerca de 7% são sinalizações de regulamentação de prioridade de passagem e equivalem a aproximadamente 1,3 a 1,4 sinais por km de via. Não está claro quantos dos trechos pesquisados tinham a sinalização de regulamentação de prioridade de passagem. Em uma pequena parte do sistema viário em cidades e bairros tem-se a regulamentação de prioridade de passagem. Se uma estimativa que prioriza cidades e bairros exige 5 a 10 sinais (vias principais e vias secundárias) por quilômetro de vias preferenciais, o custo das medidas será de NOK 10.000-25.000 por quilômetro de via. Além disso, têm-se os custos de planejamento.

Avaliações de custo-benefício

Não há análise de custo-benefício norueguesa sobre a regulamentação da prioridade de passagem em trechos das vias. Desenvolveu-se um exemplo numérico para ilustrar os efeitos potenciais da medida em uma vila de aglomeração média. Estima-se que as vias principais possuam regulamentação de prioridade de passagem, um VDMA de 4.000 veículos e uma média de acidentes com feridos de 0,35 por milhão de veículos-km percorridos. Considera-se que o número de acidentes permaneça inalterado. Espera-se que a velocidade média em vias com prioridade de passagem regulamentada aumente de 45 a 48 km/h. É esperado que a via tenha 3 interseções por quilômetro e que o total de veículos entrando seja de 2000 (todas as 3 interseções juntas). Espera-se que haja um atraso de 3 segundos para cada veículo.

O cálculo mostra os custos economizados com o tempo (valor presente calculado acima de 10 anos) para o tráfego prioritário (de 1 km), que é de cerca de NOK 1,4 milhão. O aumento dos custos de tempo para o tráfego lateral é de cerca de NOK 0,7 milhão. O benefício total é, então, de NOK 0,7 milhão.

Os custos econômicos do projeto estão estimados em NOK 30.000 por quilômetro de via. Os benefícios são significativamente maiores que os custos. Se a medida também propiciar menos acidentes, o benefício aumenta ainda mais.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a regulamentação da preferência é geralmente do município ou da autoridade viária estadual.

Requisitos e procedimentos formais

Crítérios formais regulamentam vias com controle de prioridade de passagem e que utilizam sinalizações conforme a padronização pertinente (Statensvegvesen, Håndbok 050, 2009).

Responsabilidade pela execução da medida

Os custos para a regulamentação da prioridade de passagem nas vias são assumidos pelo titular da via, ou seja, pela rodovia estadual, distrital, municipal e pelo conselho das vias municipais.

3.7 SINALIZAÇÃO DE PREFERÊNCIA DE PASSAGEM EM INTERSEÇÕES

O capítulo foi revisado em 2011 por Astrid Amundsen e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Em interseções viárias onde não existem outros tipos de controle, aplica-se a regra de preferência de passagem para o veículo que vier pela direita do condutor. Nos demais cruzamentos, rege a lei da preferência de passagem. A preferência de passagem é aplicável na maioria das interseções das cidades e bairros da Noruega (Elvestad, Freiesleben, Poutanen, Thormar e Helmer, 1991).

A regra de preferência de passagem para o veículo que vier pela direita do condutor na interseção nem sempre funciona como planejado (Helmers e Aberg, 1978; Johannessen, 1984), especialmente nas

interseções em que uma via é mais larga do que a outra ou apresenta um volume de tráfego significativamente maior. Nesses casos, o cumprimento da regra de preferência de passagem nas interseções torna-se prejudicado. Apenas cerca de 50 a 60% dos usuários da via obedecem a regra da preferência de passagem nas interseções. A falta de clareza sobre a preferência de passagem para quem vem pela direita nas interseções pode induzir a comportamentos de risco e provocar acidentes.

Com o aumento do tráfego nas interseções reguladas pela regra da preferência de passagem para quem vier pela direita, muitas vezes ocorrem situações dúbias, ou seja, a preferência de passagem não é clara. Há situações em que certo número de condutores deve, mutuamente, ceder a passagem e, com isso, muitos condutores ficam em dúvida sobre como agir (Bjørnskau, 1994). O fluxo de tráfego torna-se instável e lento. Isso pode gerar atrasos, especialmente para quem atravessa uma avenida de uma cidade ou bairro onde há muitas interseções.

Nas interseções reguladas apenas pela regra da preferência de passagem para quem vier pela direita, os custos dos acidentes com danos materiais são normalmente maiores do que nas interseções com a preferência sinalizada. As taxas de acidentes com

danos materiais por milhão de veículos nas vias de acesso são 1,8 vez mais altas nas interseções em X reguladas apenas pela regra da preferência de passagem para quem vier pela direita que nas interseções em X reguladas com sinalização de preferência de passagem. As taxas de acidentes nas interseções em T reguladas apenas pela regra da preferência de passagem para quem vier pela direita são 3,4 vezes mais altas que nas interseções em T reguladas com sinalização de preferência de passagem. (Erke e Elvik, 2006).

A figura 3.7.1 mostra as proporções de todos os boletins policiais de acidentes com vítimas fatais na Noruega entre 1995 e 2000. Não há informações recentes sobre o tipo de interseção em que ocorreram os acidentes registrados. Para limites de velocidade de 30 km/h, há uma maior probabilidade de que o condutor seja morto em interseções reguladas apenas pela regra da preferência de passagem para quem vier pela direita do que em interseções reguladas com sinalização de preferência de passagem. Para limites de velocidade mais elevados, a proporção de mortes é maior em interseções reguladas com sinalização de preferência de passagem. Nesses casos, a maioria das vítimas tinha o direito de passagem. Nestes resultados foram incluídos todos os tipos de veículos, bem como os pedestres.

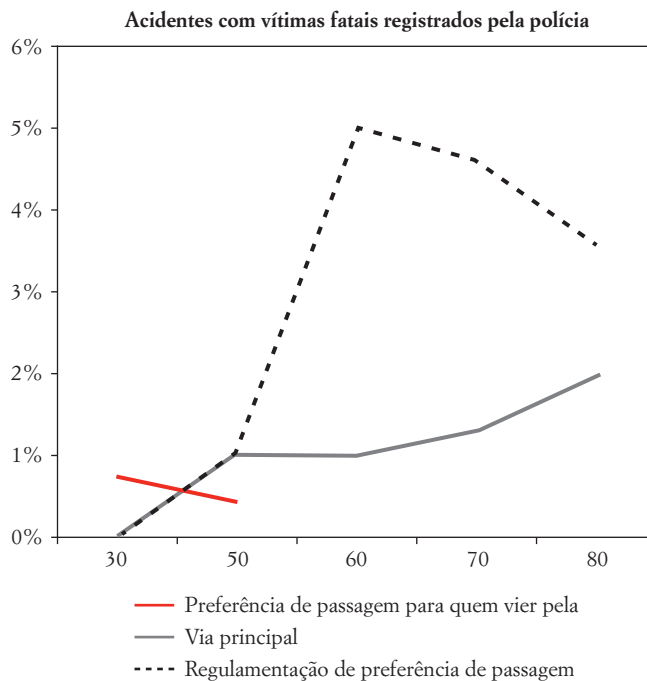


Figura 3.7.1: Proporção de mortes registradas pela polícia na Noruega em acidentes com vítimas em interseções reguladas apenas pela regra da preferência de passagem para quem vier pela direita e em interseções reguladas com sinalização de preferência de passagem, 1995-2000.

A intenção da instalação de placas de sinalização nas interseções é simplificar as decisões do trânsito e melhorar o fluxo de tráfego, aumentando a segurança.

Descrição da medida

A preferência de passagem em uma interseção dá-se pela instalação da placa 202 (“dê a preferência”) na aproximação ou nas vias de aproximação que devem dar a preferência de passagem na interseção. As sinalizações são complementadas com sinalização horizontal, reforçando a preferência. Ao longo da via principal a sinalização de “prioridade na interseção” (placa 210) também é instalada.

Não há estatísticas nacionais sobre o número de interseções reguladas por sinalização de preferência de passagem. A maioria das interseções possui placas de preferência de passagem, e isso também vale, independentemente da situação administrativa da via, para as áreas rurais. Caso contrário, aplica-se a preferência de passagem à maioria das interseções nas cidades e bairros (exceto nas rotatórias e em cruzamentos sinalizados).

Impacto sobre os acidentes

Existem vários estudos que analisam o impacto da introdução de sinalização de preferência de passagem sobre os acidentes em interseções. Os resultados apresentados neste capítulo baseiam-se nas seguintes investigações:

Pegrum, Lloyd e Willett, 1972 (Austrália);
Amundsen, 1973A, 1973B (Noruega);
Johannessen e Heir, 1974 (Noruega);
Vodahl e Johannessen, 1977 (Noruega);
Daltrey, Howie e Randall, 1978 (Austrália);
Polus, 1978 (Israel);
Vaa e Johannessen, 1978 (Noruega);
Statens Vägverk, 1981 (Suécia);
Cedersund, 1983 (Suécia);
Rosenbaum, 1983 (EUA);
Rutherford, McLaughlin e VonBorstel, 1985 (EUA);
Frith e Harte, 1986 (Nova Zelândia) e
Vodahl e Giæver, 1986 (Noruega).

Com base nesses estudos, tem-se uma melhor estimativa do impacto da introdução de sinalização de preferência de passagem sobre o número de acidentes em interseções. Os resultados apontam uma

redução no número de acidentes com feridos em 3% (-9; 3), além da redução do número de acidentes com danos materiais em 3% (-12; 7). Os efeitos não são estatisticamente significativos. Algumas pesquisas (Vaa e Johannessen, 1978; Vodahl e Giæver, 1986) revelam grandes aumentos no número de acidentes em interseções com pouco tráfego na via secundária.

A explicação é que em geral as placas de sinalização em interseções não reduzem o número de acidentes, pois tendem a levar a um aumento da velocidade. A inserção de sinalização de preferência de passagem, por outro lado, enfatiza o comportamento de “dar a preferência”, tendo em vista que as pessoas respeitam mais a sinalização que a regra da preferência de passagem para quem vier pela direita.

Impacto na mobilidade

Alguns estudos (Amundsen, 1973A; Johannessen, 1984, 1985; Stigre, 1991, 1993) mostram que a sinalização de preferência de passagem em interseções leva a um aumento de velocidade na via principal e a uma redução da velocidade nas aproximações que têm que dar a preferência. O aumento da velocidade na via preferencial é geralmente de 1 a 4 km/h para velocidade média em torno dos 45 km/h. A redução da velocidade na aproximação não preferencial é geralmente de 2 a 3 km/h. A via principal com preferência de passagem nas interseções geralmente conta com um volume de tráfego mais significativo que as vias transversais.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que documentem o impacto da sinalização de preferência no meio ambiente. A velocidade do tráfego em uma via com controle de velocidade tem a tendência de diminuir ainda mais quando for uma via com a preferência da direita regulamentada, enquanto que o inverso ocorre quando a via tem a preferência de passagem para quem vier pela direita. (Amundsen, 1973A). A redução da necessidade de desaceleração/aceleração dos veículos tende a reduzir as emissões de gases. Quando há um maior volume de tráfego na via com preferência de passagem para quem vem pela direita pode-se supor uma redução das emissões de escape. No entanto, os efeitos reais sobre as emissões não estão documentados.

Custos

Os custos com a introdução da medida geralmente são razoáveis. Os custos com a sinalização de preferência de passagem estão entre NOK 2.000 e 5.000 por interseção. Além disso, têm-se os custos das análises de acidentes, inspeções e outros procedimentos. Estes custos não estão documentados.

Avaliações de custo-benefício

Não há uma análise de custo-benefício norueguesa da implantação de sinalização de preferência de passagem em interseções. É por isso que, em 1997, desenvolveu-se um exemplo numérico para ilustrar os efeitos potenciais da medida e sua importância econômica. Suponha que a interseção onde se implantou a medida seja uma interseção em X com VDMA de 5.000 veículos, tendo 20% do tráfego na via secundária e uma taxa 0,10 acidente com feridos por milhão de veículos na interseção. Assume-se que o número de acidentes não tenha mudado. Estima-se que o tráfego da via principal (4.000 veículos por dia) economize 1 segundo por veículo, enquanto que o tráfego na via secundária (1.000 veículos por dia) tenha um atraso adicional de 3 segundos por carro.

A estimativa de cálculo mostra que os custos economizados com um menor tempo de viagem na via principal (valor presente de 10 anos) são de NOK 285.000 e que o aumento dos custos do tempo de viagem para o tráfego da via secundária é de NOK 215.000. Dessa forma, a economia de custo com a implantação da medida é de NOK 70.000. O custo da medida é estimado em NOK 12.000 por interseção. Em outras palavras, a sinalização de preferência de passagem pode proporcionar uma economia global de tempo quando o tráfego na via secundária for relativamente baixo e, ao mesmo tempo, o tráfego na via principal não for tão alto a ponto de impedir que os veículos da via não preferencial encontrem brechas para cruzar em um tempo razoável. Em interseções mais congestionadas, com volume de tráfego elevado, é provavelmente mais apropriado regular o tráfego com semáforo ou com uma rotatória.

O impacto sobre os acidentes e os efeitos sobre o tempo de viagem são, de qualquer forma, muito pequenos e, por este motivo, incertos. Os resultados de uma avaliação de custo-benefício são, portanto, extremamente sensíveis a pequenas mudanças nas premissas assumidas neste exemplo.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para a medida são geralmente tomadas pelo departamento de vias regionais ou pelo município.

Requisitos e procedimentos formais

Os critérios formais para a implantação da sinalização de preferência de passagem em interseções são padronizados (Statens vegvesen, Håndbok 050, de 2009). A análise dos acidentes e a inspeção das interseções são muitas vezes necessárias para avaliar o cumprimento dos critérios para a implantação da medida.

Responsabilidade pela execução da medida

Os custos com a sinalização de preferência de passagem nos cruzamentos são de responsabilidade do órgão gestor da via, podendo ser estadual ou municipal.

3.8 SINALIZAÇÃO DE PARADA OBRIGATÓRIA EM INTERSEÇÕES

O capítulo foi revisado em 2011 por Astrid Amundsen e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Um fator determinante comum em acidentes em interseções é a falha dos usuários em ver uns aos outros a tempo ou de forma geral (Englund, 1978). Em uma interseção, as condições de visibilidade, o volume de trânsito e o comportamento dos usuários são alguns dos fatores que afetam a probabilidade de os usuários verem uns aos outros a tempo de evitar um acidente. A falta de clareza sobre quem deve dar a preferência de passagem nas interseções também pode contribuir para acidentes.

As autoridades rodoviárias têm autonomia sobre alguns dos fatores que podem influenciar o quanto os usuários são capazes de ver uns aos outros em uma interseção. Com a colocação de placas de parada obrigatória, os usuários são obrigados a parar completamente antes de atravessar a interseção. Isso proporciona um tempo maior para observar o tráfego

go. A obrigatoriedade de parada em uma interseção visa melhorar a segurança, dando aos condutores mais tempo para a observação do tráfego, principalmente em condições desfavoráveis de visibilidade.

Descrição da medida

São instaladas placas de parada obrigatória ao longo das laterais das vias onde os condutores são obrigados a parar. A placa é complementada com sinalização horizontal de retenção na faixa de rolamento. A Regulamentação das Placas de Sinalização para sinalização de parada obrigatória abrange as placas 204, que indicam os sinais de “Pare”, precedidas pelas placas 202, de alerta de redução de velocidade, e as placas 824, de “Aviso Antecipado de Parada”. A placa 204 regulamenta a condição de preferência na interseção, da mesma forma que a placa 202 indica a obrigatoriedade de parada completa do veículo antes de entrar na interseção as normas (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009) indicam que a sinalização deve ser usada com bastante cautela para que produza um resultado dentro do esperado. A sinalização de parada obrigatória deve ser usada somente nos seguintes casos:

1. Em interseções onde a visibilidade é totalmente inadequada; em áreas urbanas em locais com histórico de acidentes devido ao desrespeito à preferência de passagem ou devido ao excesso de velocidade.
2. Em interseções onde é absolutamente necessário que os condutores parem para ter uma visão geral da área da interseção ou da situação do tráfego antes de iniciarem o cruzamento, ainda que a visibilidade seja satisfatória.

Não há estatísticas nacionais sobre a quantidade de interseções reguladas por sinalização de parada obrigatória na Noruega, ou mesmo sobre sua evolução anual. A sinalização de parada obrigatória é utilizada restritivamente, em conformidade com as orientações acima mencionadas, de modo que um pequeno número de interseções tem sinalização de parada obrigatória.

A sinalização de parada obrigatória é mais comum em outros países que na Noruega. Isto se aplica especialmente à América do Norte, onde a sinalização de parada obrigatória é tão comum quanto a sinalização de preferência na Noruega. Na América do Norte há também a interseção com parada total (*4-way stop* ou *all-way stop*), ou seja, há sinalização

de parada obrigatória nas quatro vias de aproximação de uma interseção. Nessas interseções, o fluxo é regulado por meio da regra de que o primeiro a chegar é o primeiro a cruzar.

Impacto sobre os acidentes

Há uma série de estudos sobre o impacto dos acidentes com a instalação de sinalização de parada obrigatória nas interseções. Os resultados aqui apresentados são baseados nas seguintes investigações:

Pegrum, Lloyd e Willett, 1972 (Austrália);
 Andersson, 1982 (Países Nórdicos);
 Cedersund, 1983 (Suécia);
 Rosenbaum, 1983 (EUA);
 Polus, 1985 (Israel);
 Frith e Harte, 1986 (Nova Zelândia);
 Lovell e Hauer, 1986 (EUA e Canadá);
 Frith e Derby, 1987 (Nova Zelândia);
 Trafiksäkerhetsverket, 1988 (Suécia);
 McGee e Blankenship, 1989 (EUA);
 Brüde e Larsson, 1990 (Suécia);
 Brüde e Larsson, 1992 (Suécia);
 Kulmala, 1995 (Finlândia);
 Helberg, Hemdorff, Højgaard, Lund e Ludvigsen, 1996 (Dinamarca) e
 Persaud, Hauer, Retting, Vallurupalli e Mucsi, 1997 (EUA).

Os resultados diferem substancialmente. As estimativas aqui apresentadas referem-se ao impacto da instalação de sinalização de parada obrigatória em interseções nas quais os efeitos da regressão para a média e da tendência de longo prazo foram controlados. Os resultados são mostrados na tabela 3.8.1.

A implantação de sinalização de parada obrigatória nas interseções reduz o número de acidentes com feridos em 19% em interseções em T e em 35% nas interseções em X. O impacto no número de acidentes envolvendo danos materiais é bastante incerto: nenhuma das estimativas é estatisticamente significativa. Quando a sinalização de parada obrigatória é removida da interseção para a colocação de sinalização de preferência de passagem, como em alguns casos, observa-se um aumento do número de acidentes com feridos de aproximadamente 40% e do número de acidentes envolvendo danos materiais em aproximadamente 15%. A instalação de sinalização de parada total nas interseções (em todas as suas aproximações) nos EUA e Canadá resultaram em uma redução em torno de 45% no número de acidentes.

TABELA 3.8.1: IMPACTOS DA SINALIZAÇÃO DE PARADA OBRIGATÓRIA SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Instalação de sinalização de parada obrigatória em uma aproximação de interseção de três pernas			
Acidentes com feridos	Acidentes em interseções em T	-19	(-38; +7)
Acidentes com danos materiais	Acidentes em interseções em T	-60	(-95; +224)
Instalação de sinalização de parada obrigatória em duas aproximações de interseção de quatro pernas			
Acidentes com feridos	Acidentes em interseções em X	-35	(-44; -25)
Acidentes com danos materiais	Acidentes em interseções em X	-16	(-34; +8)
Substituição de sinalização de parada obrigatória por sinalização de preferência de passagem (todos os tipos de interseção)			
Acidentes com feridos	Acidentes em interseções	+39	(+19; +62)
Acidentes com danos materiais	Acidentes em interseções	+14	(+2; +26)
Instalação de sinalização de parada obrigatória em todas as aproximações da interseção (interseções de quatro pernas)			
Gravidade não especificada	Acidentes em interseções em X	-45	(-49; -40)

Impacto na mobilidade

É fundamental que a sinalização de parada obrigatória seja visível a todos os condutores. Devido à obrigatoriedade de parada, a medida impõe um pequeno atraso, da ordem de alguns segundos, a cada condutor. Para os demais condutores não sujeitos à obrigatoriedade, observa-se pouco ou nenhum impacto.

Um estudo sueco (Henriksson, 1992) mediu o atraso médio por veículo em uma interseção em X com sinalização de parada obrigatória nas duas aproximações transversais, chegando ao valor de cerca de 7 segundos. Em interseções com sinalização de parada total (em todas as suas aproximações) o atraso médio por veículo foi estimado em aproximadamente 11 segundos. Em uma interseção com o mesmo volume de tráfego, semaforizada em vez de regulada com sinalização de parada obrigatória, o atraso médio por veículo seria da ordem de 12 segundos.

Impacto no meio ambiente

Uma pesquisa de campo sueca (Henriksson, 1992) revelou que a sinalização de parada obrigatória altera as emissões veiculares de HC, CO, CO₂ e NOx. As emissões resultaram de 10 a 20% maiores em interseções com obrigatoriedade de parada em todas as aproximações se comparadas àquelas com obrigatoriedade de parada em apenas duas das quatro aproximações. As emissões em outras formas de regulamentação do direito de passagem em interse-

ções não foram calculadas. No entanto, é de se esperar que a regulamentação de uma interseção, por gerar a necessidade de manobras de desaceleração e aceleração eleva o nível de emissões, se comparado à condução em velocidade constante (Henriksson, 1992).

Custos

A regulamentação da parada na interseção consiste na instalação de sinalização de parada obrigatória. Os custos das placas e sinalização horizontal complementar estão em torno de NOK 2.000 a 5.000 por interseção. Além disso, há custos menos conhecidos, de análise dos acidentes, inspeções e outros procedimentos.

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontradas novas análises norueguesas sobre o custo-benefício da implantação de sinalização de parada obrigatória em interseções. Para demonstrar o impacto potencial da medida, em 1997 foi elaborado um exemplo de cálculo. O exemplo aplica-se a duas formas da medida: (1) sinalização de parada obrigatória na via secundária de uma interseção em T em áreas rurais e (2) sinalização de parada obrigatória nas quatro aproximações de uma interseção de quatro pernas em área urbana. A última medida não é aplicada na Noruega, mas foi incluída para mostrar seus possíveis efeitos. Os cálculos são realizados a partir das seguintes premissas:

- Para o primeiro caso, assume-se um VDMA de 5.000 veículos, dos quais 20% correspondem ao tráfego na via secundária. A taxa de acidentes considerada é de 0,10 acidente com ferido por milhão de veículos cruzando a interseção. Estima-se uma redução de 20% no número de acidentes com feridos e de 10% no número de acidentes envolvendo danos materiais. Foram estimados 5 segundos de atraso para os veículos da via secundária. É esperado que as emissões de gases aumentem, de modo que os custos ambientais seriam de NOK 0,05 por veículo que se aproxima na via secundária.
- No segundo caso, assume-se um VDMA de 7.500 veículos, dos quais 40% correspondem ao tráfego nas vias secundárias. A taxa de acidentes considerada é de 0,20 acidente com ferido por milhão de veículos cruzando a interseção. Estima-se uma redução de 45% no número de acidentes com feridos e de 35% no número de acidentes envolvendo danos materiais. Foram estimados 9 segundos de atraso para os veículos das vias secundárias. É esperado que as emissões de gases aumentem, de modo que os custos ambientais seriam de NOK 0,09 por veículo que se aproxima em cada via secundária.
- Para o primeiro caso, tem-se a economia com custos de acidentes (valor presente de 10 anos) estimada em NOK 690.000. Os custos com o aumento do tempo de viagem são estimados em NOK 356.000 e os custos adicionais da poluição do ar, em NOK 128.000. O benefício total é estimado em NOK 205.000. O custo de implantação da medida é estimado em NOK 30.000 por interseção. Os benefícios são, portanto, maiores que os custos.
- Para o segundo caso, tem-se a economia com custos de acidentes (valor presente de 10 anos) estimada em NOK 4,9 milhões. Os custos com o aumento do tempo de viagem são estimados em NOK 4,8 milhões e os custos adicionais da poluição do ar, em NOK 1,7 milhão. O benefício total é estimado em NOK 1,6 milhão. O custo de implantação da medida é estimado em NOK 30.000 por interseção. Os benefícios são, portanto, também maiores que os custos.

Os cálculos mostram que a sinalização de parada obrigatória pode ser economicamente rentável em interseções em X e em T, onde a proporção do tráfego na via secundária é pequena. Em cruzamentos mais movimentados em que o trânsito é distribuído mais uniformemente entre as aproximações, devem-se buscar outras formas de regulamentação

mais apropriadas a partir de uma avaliação global dos impactos sobre a segurança viária, mobilidade e condições ambientais.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para a medida geralmente são tomadas pelo departamento das vias regionais ou municipais.

Requisitos e procedimentos formais

Os critérios formais para a introdução de sinalização de parada obrigatória em interseções são padronizados (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009). A análise dos acidentes e a realização de inspeções nas interseções são muitas vezes necessárias para verificar o cumprimento dos critérios para a implantação da medida.

Responsabilidade pela execução da medida

Os custos para a implantação de sinalização de parada obrigatória em interseções são de responsabilidade do órgão gestor da via, que pode ser estadual ou municipal.

3.9 CONTROLE SEMAFÓRICO EM INTERSEÇÕES

O capítulo foi revisado em 2011 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

As interseções de cidades e áreas densamente urbanizadas são geralmente pontos de concentração de acidentes de trânsito, incluindo todos os grupos de usuários (Elvik e Muskaug, 1994). Com o aumento do trânsito de veículos, aumenta a probabilidade de conflitos entre os diversos usuários das vias públicas nos pontos de interseção, afetando negativamente o fluxo de tráfego.

O controle semafórico nas interseções distribui a passagem das diferentes correntes de tráfego no tempo e tende a melhorar o fluxo de trânsito. As

normas de sinalização indicam as seguintes cinco finalidades do controle semaforico em interseções (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009A):

- melhorar a segurança viária;
- reduzir os atrasos;
- tornar seguro o caminho até as escolas;
- priorizar o transporte coletivo, e
- eliminar a necessidade do direcionamento manual do tráfego.

O impacto em cada uma das diferentes finalidades varia conforme as circunstâncias em cada interseção.

Descrição da medida

O controle semaforico é introduzido por meio da instalação de focos luminosos (faróis de trânsito) que podem ser tanto programados por tempo (as fases mudam depois de certo tempo conforme o volume de tráfego) quanto atuados pelo tráfego (a duração das fases adapta-se conforme surgem os veículos, até uma duração máxima de fase). O sistema de semáforos pode ser dimensionado com fases próprias para cada corrente de tráfego de uma interseção (controle livre de conflitos) ou com fases compartilhadas para as correntes de tráfego. Na Noruega, é normal que o fluxo de tráfego fazendo a conversão à direita compartilhe a fase com pedestres atravessando a via e que o fluxo de tráfego fazendo a conversão à esquerda compartilhe a fase com o fluxo reto no sentido oposto.

Em 1992, havia cerca de 800 interseções semaforizadas na Noruega (Elvik, 1993). A maioria delas situadas nas cidades de Oslo, Bergen e Trondheim. Nos últimos anos, o controle semaforico nas interseções tornou-se menos comum, pois em muitas interseções construíram-se rotatórias. Não se conhece o número anual de novas interseções com controle semaforico ou de interseções reformadas, por exemplo, com a troca ou com a alteração das durações das fases ou de sua sequência.

Este capítulo discute a introdução do controle semaforico em interseções previamente reguladas de outra forma, assim como as seguintes melhorias nos sistemas de semaforização existentes:

- instalação de semáforo repetidor (semáforo extra ao lado do cruzamento);
- instalação de semáforo de pedestres;

- ampliação do tempo de limpeza – vermelho geral (o tempo durante o qual todas as correntes de tráfego têm luz vermelha);
- estabelecimento de fase para conversão à esquerda;
- fase separada para conversão à esquerda obrigatória;
- diagrama de fases livre de conflito (fases próprias para cada corrente de tráfego);
- alteração do diagrama de fases (alteração da duração e sequência de fases);
- melhoria da visibilidade do semáforo e do poste;
- melhoria da sinalização horizontal e canalização da interseção;
- introdução de semáforos atuados pelo tráfego (ao invés de semáforos com tempo fixo);
- sincronização de semáforos (“onda verde”);
- sinal verde intermitente como alerta de mudança de fase;
- sinal amarelo intermitente em momentos de pouco tráfego;
- permissão para conversão à direita na luz vermelha (com dever de dar a preferência).

Nem todas estas medidas estão em uso atualmente na Noruega, mas discute-se a experiência adquirida em países onde as várias medidas têm sido implantadas, já que pode ser interessante considerar um possível uso delas na Noruega.

Impacto sobre os acidentes

Novos sistemas de semáforo

Muitas pesquisas foram realizadas, tanto na Noruega quanto em outros países, sobre o impacto do controle semaforico nos acidentes nas interseções. Os resultados aqui apresentados foram construídos com base nas seguintes pesquisas:

- Young, 1967 (EUA);
- Andreassen, 1970 (Austrália);
- Cribbins e Walton, 1970 (EUA);
- Gunnarsson e Olsson, 1974A, 1974B (Suécia);
- Johannessen e Heir, 1974 (Noruega);
- King e Goldblatt, 1975 (EUA);
- Amundsen, Daas, Hvoslef, Magnussen e Sakshaug, 1976 (Noruega);
- Grønnerød, 1976 (Finlândia);
- Hoff e Overgaard, 1976 (Dinamarca);
- Vodahl e Johannessen, 1977 (Noruega);
- Hakkert e Mahalel, 1978 (Israel);
- Vaa e Johannessen, 1978 (Noruega);

Dahlen e Toftenes, 1979 (Noruega);
 Hvoslef, 1979 (Noruega);
 Short, Woelfl e Chang, 1982 (EUA);
 Cedersund, 1983 (Suécia);
 Dahlen e Toftenes, 1984 (Noruega);
 Brüde e Larsson, 1985 (Suécia);
 Craven, 1986 (EUA);
 Frith e Harte, 1986 (Nova Zelândia);
 Vodahl e Giæver, 1986 (Noruega);
 Brüde e Larsson, 1988 (Suécia);
 Dagestad, 1989 (Noruega);
 Datta e Dutta, 1990 (EUA);
 Lalani, 1991 (EUA);
 Brüde e Larsson, 1992 (Suécia);
 Seim, 1994 (Noruega);
 Kulmala, 1995 (Finlândia);
 Poch&Mannering, 1996 (EUA);
 Mitra & Washington, 2007 (EUA) e
 Harkey et al., 2008 (EUA).

A partir destas pesquisas, as melhores estimativas do impacto do controle semafórico nas interseções sobre o número de acidentes são fornecidas na tabela 3.9.1.

A maioria dos estudos possui uma metodologia relativamente fraca, ou seja, houve pouco ou nenhum controle de variáveis de confusão. Os resultados relativos ao controle semafórico para tipos específicos de interseções são baseados nesses estudos pouco consistentes. O impacto do controle semafórico não foi diferenciado de acordo com a gravidade do acidente, de modo que apenas foram fornecidos os efeitos para todas as gravidades (acidentes com danos materiais e com feridos).

O controle semafórico reduz o número de acidentes em cerca de 30% nas interseções em X, independentemente de como a interseção era controlada anteriormente. Para interseções em T, que antes eram controladas por regras de preferencial, o controle semafórico reduziu o número de acidentes em 22%. Entretanto, encontrou-se um aumento no número de acidentes em 11% nas interseções em T que antes eram controladas pela preferencial para quem vem pela direita. Os resultados referentes às interseções em T não são estatisticamente significativos.

Os resultados referentes ao controle semafórico em todos os tipos de interseção são baseados em estudos em que houve controle de várias variáveis de confusão e dos efeitos da regressão para a média. Esses estudos apontam uma redução no número total de acidentes da mesma ordem de grandeza que os resultados dos estudos metodologicamente mais fracos em relação às interseções em X, mas essa redução não foi estatisticamente significativa. Além disso, foi encontrado um estudo que não achou nenhum efeito significativo do controle semafórico em interseções e, por isso, não forneceu qualquer resultado, não sendo incluído nos resultados da tabela 3.9.1. Os resultados mostram, ainda, que o efeito do controle semafórico é distinto para diferentes tipos de acidentes: para colisões laterais e acidentes em curva à esquerda, foram encontradas reduções grandes e significativas; já para as colisões traseiras deu-se o contrário, pois o número aumentou.

Quando se avalia o controle semafórico de uma interseção, é importante analisar previamente o padrão da acidentalidade na interseção. Não se pode

TABELA 3.9.1: IMPACTOS DO CONTROLE SEMAFÓRICO EM INTERSEÇÕES SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. ALTERAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Medida	Tipos de acidentes afetados	Alteração porcentual no número de acidentes	
		Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Controle semafórico em interseção em X, anteriormente com preferencial estabelecida	Todos os acidentes	-31	(-39; -22)
Controle semafórico em interseção em X, anteriormente controlada pela preferencial de quem vem pela direita	Todos os acidentes	-32	(-36; -27)
Controle semafórico em interseção em T, anteriormente com preferencial estabelecida	Todos os acidentes	-22	(-40; +1)
Controle semafórico em interseção em T, anteriormente controlada pela preferencial de quem vem pela direita	Todos os acidentes	+11	(-17; +49)
Controle semafórico em todas as interseções	Todos os acidentes	-29	(-50; +2)
	Colisões laterais	-77	(-78; -75)
	Acidentes em curvas à esquerda	-60	(-65; -54)
	Colisões traseiras	+69	(+12; +157)

esperar qualquer melhoria da segurança pelo controle semafórico em interseções com muitos acidentes, do tipo colisão traseira, por exemplo.

Melhoria do sistema semafórico existente

Foram realizadas muitas pesquisas sobre o impacto de diferentes melhorias do sistema semafórico nos acidentes. Os resultados aqui apresentados foram obtidos com base nas seguintes pesquisas:

Malo, 1967 (EUA);
 Andreassen, 1970 (Austrália);
 Crook, 1970 (Grã-Bretanha);
 Grønnerød, 1976 (Finlândia);
 McGee e Warren, 1976 (EUA);
 McGee, 1977 (EUA);
 Hakkert e Mahalel, 1978 (Israel);
 Bastable, 1980 (Austrália);
 Baier e Schlabbach, 1981 (Alemanha);
 De Werd, 1982 (Países Baixos);
 Preusser, Leaf, DeBartolo, Blomberg e Levy, 1982 (EUA);
 Senneset e Skjetne, 1982 (Noruega);
 Zador, Moshman e Marcus, 1982 (EUA);
 Zegeer, Opiela e Cynecki, 1982 (EUA);
 Wu, Lee, Machemehl e Williams, 1982 (EUA);
 Perfater, 1983 (EUA);
 Mahalel e Zaidel, 1985 (Israel);
 Schlabbach, Sharffetter, Lauer e Guttenberger, 1984 (Alemanha);
 Bach e Jørgensen, 1986 (Dinamarca);
 Craven, 1986 (EUA);
 Greiwe, 1986 (EUA);
 Hodge, Daley e Nguyen, 1986 (Austrália);
 Barbaresso, 1987 (EUA);
 Zaidel e Hocherman, 1987 (Israel);
 Bhesania, 1991 (EUA);
 Hauer, 1991 (EUA);
 Lalani, 1991 (EUA);
 Kølster Pedersen, Kulmala, Elvestad, Ivarsson e Thuresson, 1992 (Dinamarca);
 Shebeeb, 1995 (EUA);
 Poch e Mannering, 1996 (EUA);
 Hanbali e Fornal, 1997 (EUA);
 Stamatiadis e Agent, 1997 (EUA);
 Retting, Chapline e Williams, 2002 (EUA);
 Chin e Quddus, 2003 (EUA);
 Kumara, Chin e Weerakoon, 2003 (Singapura) e Harkey, Srinivasan, Baeket al., 2008 (EUA).

Por meio destas pesquisas, as melhores estimativas do impacto de diferentes melhorias do sistema

semafórico sobre os acidentes são fornecidas na tabela 3.9.2.

A grande maioria dos estudos é metodologicamente pouco consistente, ou seja, na maioria deles não houve controle de variáveis de confusão ou efeitos da regressão para a média. Muitas das pesquisas foram realizadas em interseções com alto índice de acidentes (pontos críticos), em que os pontos fracos do sistema semafórico eram evidentes. Deve-se, portanto, ter cautela ao generalizar os resultados para todas as interseções com controle semafórico.

Foram encontrados estudos metodologicamente confiáveis, que realizaram o controle de variáveis de confusão (ainda que de forma experimental, usando grupo de controle, ou pelo uso de métodos de análise multivariada), para os seguintes casos: sinal amarelo intermitente em momentos de baixo fluxo de tráfego, alterações no diagrama de fases, permissão de conversão à direita no vermelho (para acidentes de gravidade não especificada e para todos os acidentes), fase separada para conversão à esquerda e semáforo atuado pelo tráfego. Para essas medidas, a tabela 3.9.1 mostra os resultados que foram baseados nos estudos metodológicos mais consistentes (exceto no caso do sinal amarelo intermitente em momentos de baixo fluxo de tráfego, para o qual só existe o resultado de um estudo metodologicamente mais consistente, porém baseado em uma amostra muito pequena de acidentes). Os resultados para essas medidas não diferem muito dos resultados dos estudos menos consistentes. Entretanto, nos estudos mais confiáveis encontraram-se reduções de acidentes geralmente maiores.

As melhorias que parecem reduzir o número de acidentes em interseções com controle semafórico são:

- **instalação de semáforo de pedestres** (fase separada ou compartilhada com os veículos): foram encontradas reduções no número de acidentes com veículos motorizados, mas não com pedestres; com fases compartilhadas, foi encontrado um aumento no número de acidentes com pedestres que, no entanto, não é estatisticamente significativo;
- **tempo de limpeza ampliado** (fase em que todos os sinais ficam no vermelho – vermelho geral);
- **fase exclusiva de conversão à esquerda**: esta medida foi pesquisada em três estudos em que houve controle de variáveis de confusão, para os quais a tabela 3.9.1 mostra os resultados. Pesquisas que não controlaram as variáveis de confusão encontraram reduções maiores no número de acidentes;

TABELA 3.9.2: IMPACTOS DA MELHORIA DO SISTEMA SEMAFÓRICO EXISTENTE SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES EM INTERSEÇÕES COM CONTROLE SEMAFÓRICO. ALTERAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Medida	Alteração percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Instalação de semáforo repetidor (semáforo extra ao lado do cruzamento)	Gravidade não especificada	-28	(-51; +5)
Instalação de semáforo de pedestre (fase compartilhada com a dos veículos)	Acidentes com feridos envolvendo pedestres	+21	(-8; +60)
	Acidentes com feridos envolvendo veículo motorizado	-12	(-21; -3)
Instalação de semáforo de pedestre (fase exclusiva)	Acidentes com feridos envolvendo pedestres	-18	(-39; +11)
	Acidentes com danos pessoais com veículo motorizado	-19	(-27; -9)
Tempo de limpeza (vermelho geral) ampliado	Gravidade não especificada	-55	(-66; -40)
Estabelecimento de fase para conversão à esquerda	Gravidade não especificada em curva à esquerda	-15	(-28; +1)
Fase separada para conversão à esquerda obrigatória	Gravidade não especificada, todos os acidentes	-28	(-44; -6)
Diagrama de fases livre de conflitos	Acidentes com feridos	-73	(-89; -35)
	Acidentes com danos materiais	-24	(-64; +61)
Alterações no diagrama de fases (sequência e duração)	Gravidade não especificada, todos os acidentes	-8	(-16; +0)
	Gravidade não especificada, colisões traseiras	+12	(-7; +35)
Melhorias gerais na sinalização horizontal e visibilidade	Acidentes com feridos	-1	(-36; +53)
	Gravidade não especificada	-40	(-51; -25)
Semáforos atuados pelo tráfego (ao invés de tempo fixo)	Gravidade não especificada	-5	(-17; +8)
Sincronização semafórica (“onda verde”)	Acidentes com feridos em zonas de semáforos sincronizados	-19	(-24; -13)
	Acidentes com danos materiais em zonas de semáforos sincronizados	-26	(-39; -11)
Sinal verde intermitente para alerta de troca de fase	Acidentes com feridos	+40	(-3; +102)
Sinal amarelo intermitente em momentos de pouco tráfego	Acidentes com feridos sob amarelo intermitente	+57	(-7; +166)
	Acidentes com danos materiais sob amarelo intermitente	+18	(-22; +76)
Permissão para convergir à direita no sinal vermelho (com dever de dar a preferência)	Acidentes com feridos, todos os acidentes	+8	(+4; +13)
	Gravidade não especificada, todos os acidentes	+32	(-25; +134)
	Acidentes com feridos envolvendo pedestres	+56	(+35; +80)
	Acidentes com feridos envolvendo ciclistas	+71	(+47; +99)

- **Diagrama de fases livre de conflito:** foi encontrada uma redução no número de acidentes com feridos, mas não no número de acidentes com danos materiais.
- **coordenação de semáforos (“onda verde”).**
- Melhorias que levaram a menos acidentes, mas nas quais os efeitos não foram estatisticamente significativos:
- **instalação de semáforo repetidor** (semáforo extra ao lado do cruzamento);
- **alteração do diagrama de fases** (sequência e duração): foi encontrada uma redução do número total de acidentes e um aumento do número total de colisões traseiras. Os resultados foram baseados em estudos metodologicamente mais consistentes;
- **melhorias gerais na sinalização horizontal e visibilidade:** o número de acidentes com feridos permaneceu quase inalterado, mas foi encontrada uma redução significativa de acidentes com gravidade não especificada. Os resultados podem ter sido afetados pela deficiência metodológica das pesquisas;
- **semáforos atuados pelo tráfego** (ao invés de tempo fixo): o resultado foi baseado em estudos metodologicamente mais consistentes.
- Alterações que parecem levar a mais acidentes em interseções com controle de semafórico são:

- **sinal verde intermitente para alerta de mudança de fase** resultou no aumento do número de acidentes com feridos, mas o efeito não foi significativo;
- **sistema de amarelo intermitente em momentos de pouco tráfego** resultou no aumento de ambos os acidentes, com danos materiais e com feridos, mas os efeitos não foram significativos. Um grande aumento no número de acidentes foi também encontrado em um dos estudos metodologicamente mais consistentes;
- **permissão de conversão à direita no sinal vermelho** (com dever de dar a preferência) resultou no aumento do número de acidentes com feridos; o aumento foi grande para acidentes envolvendo pedestres e ciclistas. O resultado que se refere aos acidentes de gravidade não especificada (todos os acidentes) foi baseado em estudos metodologicamente mais consistentes. A conversão à direita no sinal vermelho é permitida, entre outros locais, nos EUA. A medida e seu impacto sobre os acidentes e sobre a mobilidade são amplamente debatidos.

Medidas contra o desrespeito ao sinal vermelho

O desrespeito ao sinal vermelho é um problema em muitas interseções com controle semafórico. Uma pesquisa norueguesa da década de 70 (Amundsen et al., 1976) sugeriu que 40 a 50% de todos os acidentes com pedestres em interseções com controle semafórico aconteceram quando pelo menos um dos envolvidos atravessou o sinal vermelho.

Em pesquisas de diagnóstico da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para 2003, os veículos que atravessavam o sinal vermelho o faziam nos primeiros três segundos depois do fechamento do semáforo. Para todos os tipos de interseções em conjunto, 7,6% atravessaram o sinal vermelho. O maior porcentual ocorreu em vias com duas faixas na interseção (17,6%), e o menor, em vias com uma faixa na interseção (6,3%) e em vias com três ou mais faixas na interseção (3,6%). A maioria dos que ultrapassaram o sinal vermelho fizeram-no nos primeiro três segundos da respectiva fase. Depois disso, há muito pouco desrespeito (aproximadamente 0,5%). Um registro comportamental realizado pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega entre 1995-96 mostrou que 24,7% dos pedestres e 36,1% dos ciclistas atravessavam o sinal vermelho (Askildsen, Leite e Muskaug, 1996). Em 2008, 38,9% dos ciclistas na faixa etária de 16 a 60 anos atravessaram o sinal vermelho (Statens vegvesen, 2009B). O desres-

peito ao sinal vermelho acontece com muito maior frequência entre pedestres e ciclistas do que entre condutores de veículos motorizados.

Várias medidas e características das interseções e do sistema semafórico podem afetar a incidência do desrespeito ao sinal vermelho:

- a ampliação do tempo de amarelo na mudança entre os sinais reduz a frequência da ultrapassagem do vermelho (Van der Horst e Wilmink, 1986);
- a fiscalização eletrônica de ultrapassagem do sinal vermelho com câmera reduz a frequência, mas parece aumentar o número de acidentes;
- largura da via: quanto mais larga a via, menos pedestres atravessam no sinal vermelho;
- tempo de espera: quanto mais curto o tempo de espera, menos pedestres atravessam no sinal vermelho;
- alterações no diagrama de fases: a mudança das fases pode causar confusão no período inicial.

O impacto de diferentes medidas contra o desrespeito do sinal vermelho foi pouco documentado (Bach, 1984).

Impacto na mobilidade

Em interseções com muito trânsito (acima de 600 veículos na hora de pico), o controle semafórico geralmente reduz o tempo de espera para todas as correntes de tráfego em conjunto (Blakstad, 1988). Os pedestres frequentemente podem ganhar tempo com o controle semafórico.

A sincronização do sistema semafórico pode reduzir significativamente o tempo de espera e aumentar a velocidade média nas vias urbanas congestionadas. Uma pesquisa alemã (Schlabach, Scharffetter, Lauer e Guttenberger, 1984) mostrou um aumento de aproximadamente 40-45 km/h na velocidade, independentemente do seu nível anterior. Pesquisas norueguesas (Senneset e Skjetne, 1982) mostram menores impactos da sincronização semafórica sobre a mobilidade.

O controle semafórico facilita a travessia dos pedestres em interseções congestionadas.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas relacionando o controle semafórico nas interseções aos níveis de ruído e emissões. Uma pesquisa alemã (Schlabba-

ch, sincronização, Lauer e Guttenberger, 1984) mostrou que a sincronização semafórica pode levar a um menor consumo de combustível e, portanto, menos emissões. O impacto da medida depende de o quanto a sincronização do sistema semafórico melhorou o fluxo de tráfego.

Custos

Uma compilação de dados relativos aos custos de várias de fontes (Elvik, 1996) mostra que o custo médio da instalação de controle semafórico em interseções norueguesas foi estimado em NOK1,1 milhão (\pm NOK0,15 milhão) a preços de 1995. Os custos operacionais anuais podem ser estimados em NOK50.000 por interseção. Para vias em áreas menos densas, os valores correspondentes ficam em aproximadamente NOK430.000 (\pm NOK42.000) para a instalação de controle semafórico em interseções e NOK30.000 por ano para operação e manutenção. Não foram encontradas informações sobre os custos das melhorias em controladores semafóricos existentes.

Avaliações de custo-benefício

Avaliações de custo-benefício do controle semafórico dependem de como as medidas atuam sobre os acidentes e sobre a mobilidade. Uma análise de custo-benefício norueguesa (Elvik, 1993) baseada nas informações para vias nacionais em 1986 concluiu que o controle semafórico nas interseções apresenta relação custo-benefício igual a aproximadamente 2,7. Assumiu-se, em seguida, uma diminuição de 20% nos acidentes e alterações não significativas no tempo gasto por veículo que passa pela interseção.

Depois que esta análise foi realizada, ambos os custos de acidentes e do tempo foram revisados. Há, portanto, razões para se realizar uma nova avaliação de custo-benefício, considerando os diferentes impactos. Foram preparados dois exemplos de cálculo com as seguintes premissas:

- Assumiu-se que uma interseção em T com VDMA de 12.000 veículos, sendo 25% de trânsito na via secundária e uma taxa de 0,10 acidente com feridos por milhão de veículos que cruzam, passou a ser controlada por semáforo. Constatou-se que o número de acidentes caiu 15%. Considerou-se que os veículos que chegavam à interseção passaram a sofrer um atraso em média de 1 segundo.

Estimou-se que o aumento das emissões tenha elevado os custos ambientais em NOK0,03 por veículo. O custo para a instalação do controle semafórico nas interseções é estimado em NOK0,9 milhão.

- Assumiu-se que uma interseção em X com VDMA de 20.000 veículos, sendo 40% de trânsito na via secundária e uma taxa de 0,20 acidente com feridos por milhão de veículos que cruzam passou a ser controlada por semáforo. Constatou-se uma redução de 30% no número de acidentes com feridos e de 35% no número de acidentes com danos materiais. Considerou-se que, em média, os veículos passaram a economizar 3 segundos na interseção. Estimou-se que o aumento na emissão de gases eleva se os custos ambientais em NOK0,07 por veículo. O custo de instalação do controle semafórico nas interseções é estimado em NOK 1,44 milhão.
- Assumiu-se ainda um exemplo de melhoria de interseção em X com controle semafórico com VDMA de 15.000 veículos e taxa de 0,25 acidente com feridos por milhão de veículos que cruzam. Constatou-se que o número de acidentes tenha sido reduzido em 20%. O tempo gasto e as emissões não teriam sido afetados. O custo de instalação seria de NOK0,72 milhão.
- Para as interseções em T, os custos economizados em acidentes foram calculados em NOK2,3 milhões. Estima-se o aumento dos custos do tempo perdido em NOK1,4 milhão e dos custos ambientais em NOK1,5 milhão. O benefício total foi negativo, cerca de -NOK0,6 milhão. A medida, em outras palavras, não é socioeconomicamente rentável em relação às premissas adotadas.
- Para as interseções em X, os custos economizados em acidentes foram calculados em NOK15,6 milhões. O benefício do tempo economizado foi calculado em NOK7,1 milhões e o aumento dos custos ambientais, em NOK6 milhões. O benefício total foi de NOK16,8 milhões. O custo de instalação da medida foi calculado em NOK2,1 milhões, incluindo o valor presente dos custos de operação e manutenção. O benefício é, portanto, significativamente, maior que os custos. O mesmo aplica-se às melhorias do sistema semafórico em interseções em X. A economia de custos de acidentes foi calculada em NOK9,5 milhões e o custo da medida, em NOK1,1 milhão.

Os cálculos sugerem que o controle semafórico em interseções em T é socioeconomicamente rentável apenas quando o volume de tráfego é relativamente grande (até 15.000 veículos) e há uma alta taxa de trânsito nas vias secundárias (pelo menos 25%).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a instalação do controle semafórico em interseções pode normalmente ser tomada pelas autoridades viárias, além de moradores e usuários da via.

Requisitos e procedimentos formais

As normas para semaforização (Statens vegvesen, Håndbok 048, 2007) envolvem critérios para a avaliação da necessidade de instalação do controle semafórico e requisitos para o projeto técnico. A orientação sobre como diferentes soluções para as interseções podem ser projetadas encontram-se disponíveis nos manuais 017 e 263 (Statens vegvesen, 2008A, 2008B). Há a exigência de que a polícia e o município manifestem seu parecer em relação aos planos semafóricos. A solicitação de resoluções a respeito do controle semafórico, de acordo com o § 30 da sua regulamentação, deverá, independente do tipo de via, ser enviada por intermédio do escritório viário regional da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Responsabilidade pela execução da medida

As decisões sobre o controle semafórico se encontram na Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Os gastos com controle semafórico são de responsabilidade do órgão gestor da via, assim como outros gastos viários, ou seja, pelo governo federal para vias federais, pelo estado para vias estaduais e pelo município para vias municipais.

3.10 FAIXAS DE PEDESTRES SEMAFORIZADAS

O capítulo foi revisado em 2009 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Atravessar uma via movimentada pode ser difícil, especialmente em se tratando de crianças e idosos. As estatísticas oficiais mostram que cerca de 70% dos acidentes envolvendo pedestres ocorrem em travessias.

A sinalização de faixa de pedestre nem sempre proporciona condições boas o suficiente de segurança

para os pedestres. Os condutores, por sua vez, nem sempre cumprem com a obrigação de ceder passagem aos que desejam atravessar a rua na faixa de pedestres (Amundsen et al., 1976; Muskaug, 1979). A cada ano, muitos pedestres são atropelados em interseções. Para facilitar as possibilidades de passagem, pode-se instalar um semáforo para a travessia de pedestres.

Descrição da medida

O semáforo de pedestres pode ser regulado para abrir automaticamente ou ser acionado apenas quando os pedestres pressionam a botoeira (Dahlen e Toftenes, 1979; Huang e Zege, 2001). No Reino Unido, há uma forma de controle do semáforo de pedestres chamada Pelikan. É um sistema de sinalização em que uma luz amarela intermitente aparece para os veículos, indicando o fim da fase destinada à travessia. Quando a luz amarela aparece, os veículos podem passar pela faixa de pedestres, se não houver pedestres atravessando. A finalidade da luz amarela intermitente é diminuir o tempo de espera para os veículos.

Não há informações sobre a quantidade de travessias de pedestres semaforizadas nas vias municipais ou na Noruega como um todo.

Impacto sobre os acidentes

Há muitas pesquisas sobre o efeito da implantação de faixas de pedestres semaforizadas. Os resultados aqui apresentados são baseados nas seguintes investigações:

Mackie e Older, 1965 (Grã-Bretanha);
 Jacobs e Wilson, 1967 (Grã-Bretanha);
 Jørgensen e Rabani, 1971 (Dinamarca);
 Rayner, 1975 (Grã-Bretanha);
 Willett, 1977 (Austrália);
 Schmutz, 1977 (Suíça);
 Arndt, 1978 (Austrália);
 Inwood e Grayson, 1979 (Grã-Bretanha);
 Kildebogaard e Wass, 1982 (Países nórdicos);
 Dahlen e Toftenes, 1984 (Noruega);
 Bagley, 1985 (Grã-Bretanha);
 Harper, 1985 (Grã-Bretanha);
 Vodahl e Giæver, 1986 (Noruega);
 Giæver, 1987 (Noruega);
 Lindenmann, Riedel e Thoma, 1987 (Suíça);
 Ekman, 1988 (Suécia);
 Hunt e Griffiths, 1989 (Grã-Bretanha);

Daly, McGrath e Van Emst, 1991 (Grã-Bretanha); Ward, Cave, Morrison, Allsop, Evans, Kuiper e Willumsen, 1994 (Grã-Bretanha); Summersgill e Layfield, 1996 (Grã-Bretanha); Gårder, 2004 (EUA).

A tabela 3.10.1 mostra a melhor estimativa do impacto das faixas de pedestres semaforizadas sobre os acidentes, calculadas com base nestes estudos.

As faixas de pedestres com semáforos comuns – onde antes não havia faixas de pedestres não resultaram em impacto sobre o número de acidentes. Houve uma grande redução dos atropelamentos em meio de quadra, porém estatisticamente isso não é significativo. Os resultados são, no entanto, heterogêneos, e a maioria dos estudos não utiliza nenhum grupo de controle.

Nas faixas de pedestres semaforizadas em locais onde antes existia apenas a faixa de pedestres, o resultado foi de redução dos atropelamentos de pedestres e aumento dos acidentes com veículos. O resultado dos acidentes com veículos foi baseado em apenas dois estudos em que não foram verificadas variáveis como, por exemplo, o volume de tráfego. A maioria dos estudos sobre o impacto dos acidentes com pedestres não utilizou qualquer grupo de controle e nenhum estudo levou em consideração a exposição de pedestres e dos veículos. Os grandes intervalos de confiança mostram que os

resultados são altamente incertos e provavelmente influenciados por outros fatores, como deficiências metodológicas dos estudos e variáveis não controladas, incluindo, por exemplo, o volume de tráfego, o número de faixas ou interseções *vs* meio de quadra.

Nas travessias Pelikan – onde anteriormente não havia faixas de pedestres semaforizadas, encontrou-se uma redução do número de acidentes com pedestres, mas não do número de acidentes com veículos. Onde antes havia apenas faixas de pedestres, não foram encontrados impactos sobre os acidentes com os pedestres; houve, porém, um decréscimo dos acidentes envolvendo veículos.

Impacto na mobilidade

É esperado que a semaforização de uma travessia para pedestres afete os tempos de espera tanto para os pedestres quanto para os condutores de veículos. Um estudo britânico (Hunt 1990) comparou a média de tempo de espera para pedestres e condutores em diferentes tipos de pontos de travessia. A figura 3.10.1 mostra os resultados deste estudo para os pedestres. Os resultados mostram curvas típicas do tempo de espera obtidas de 42 locais.

A figura 3.10.1 mostra que uma faixa de pedestre comum proporciona o menor tempo de espera por parte dos pedestres, independentemente do volume

TABELA 3.10.1: IMPACTOS DAS FAIXAS DE PEDESTRES SEMAFORIZADAS SOBRE OS ACIDENTES COM PEDESTRES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Travessias semaforizadas vs travessias não semaforizadas			
Acidentes com feridos	Atropelamentos no meio da quadra	-49	(-81; +35)
Acidentes com feridos	Atropelamentos nas interseções	-2	(-48; +84)
Travessias semaforizadas vs faixas de pedestres demarcadas			
Acidentes com feridos	Atropelamentos	-27	(-59; +29)
Acidentes com feridos	Acidentes com veículos	+53	(-45; +309)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-23	(-56; +32)
Travessias Pelikan vs ausência das faixas de pedestres			
Acidentes com feridos	Atropelamentos	-20	(-34; -2)
Acidentes com feridos	Acidentes com veículos	+3	(-22; +36)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-9	(-21; +5)
Travessias Pelikan vs travessias de pedestres sinalizadas com marcações viárias			
Acidentes com feridos	Atropelamentos	+3	(-25; +42)
Acidentes com feridos	Acidentes com veículos	-23	(-35; -10)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-16	(-30; +1)

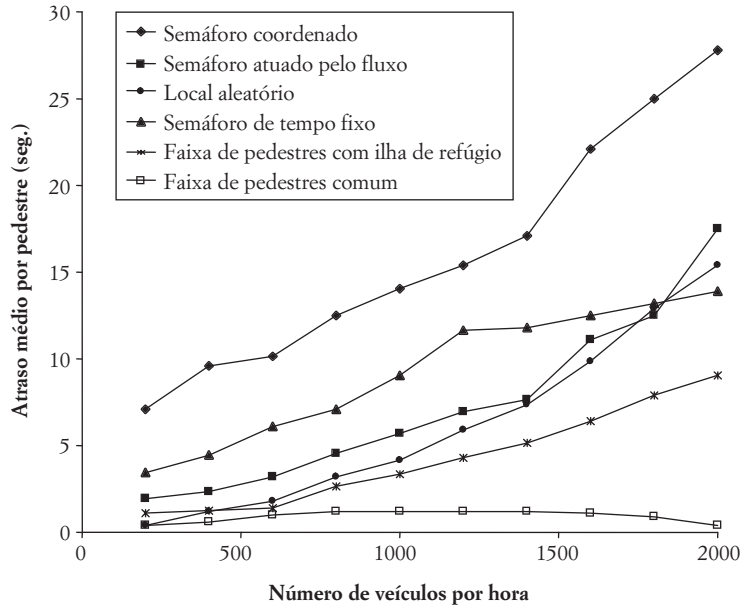


Figura 3.10.1: Atraso médio por pedestre (em segundos) para atravessar nas faixas de pedestres semaforizadas em diferentes tipos de travessia. Fonte: Hunt 1990.

de tráfego. Este resultado provavelmente é baseado no pressuposto de que todos os condutores cumpram a obrigação de dar prioridade aos pedestres na travessia. Nesse caso, tem-se apenas um tempo mínimo de espera para os pedestres na travessia. As travessias com ilha de refúgio exigem um tempo maior que as travessias comuns. Isso pode acontecer porque alguns pedestres optam por fazer a travessia em duas etapas e esperam nessa ilha de refúgio.

Todos os tipos de travessia semaforizadas resultam em tempos de espera mais longos para os pedestres, devido à necessidade de espera pela fase de travessia. Em média, os pedestres devem aguardar por cerca de $\frac{1}{2}$ ciclo até que possam atravessar. O tempo de espera para os veículos, em vários tipos de travessia é mostrado na figura 3.10.2, que também é derivada dos estudos de Hunt (Hunt, 1990).

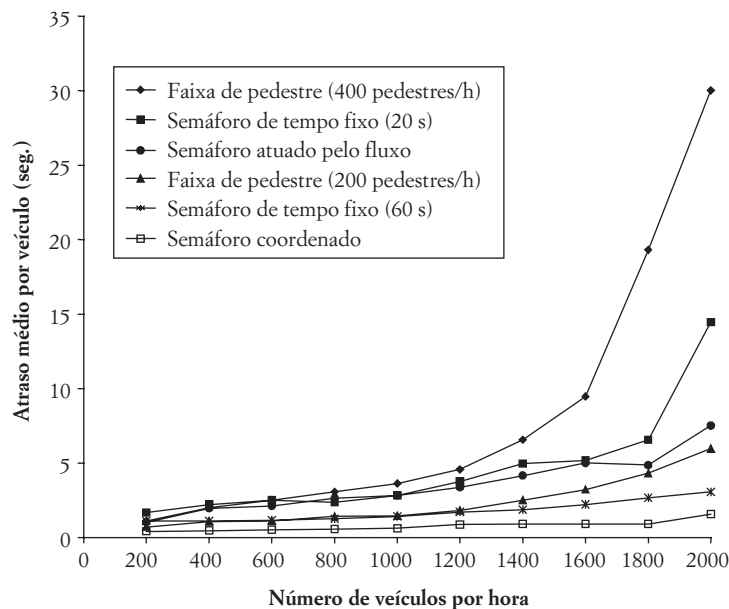


Figura 3.10.2: Tempo médio de espera (em segundos) por veículo em diferentes tipos de travessia. Fonte: Hunt 1990.

O gráfico mostra que os semáforos de tempo fixo que fazem parte de um sistema de coordenação semaforizada proporcionam um menor tempo de espera para os veículos. Faixas de pedestres comuns podem fornecer uma longa espera se tanto o tráfego de pedestres quanto o tráfego de veículos forem intensos. A figura 3.10.2 mostra uma curva para um caso com 200 pedestres por hora e uma curva para um caso com 400 pedestres por hora fazendo a travessia.

A figura 3.10.2 mostra que existe certo conflito de interesses entre pedestres e veículos motorizados no que diz respeito aos semáforos que proporcionam menor tempo de espera. As faixas de pedestres proporcionam pouca espera para os pedestres, mas podem resultar em uma longa espera para o tráfego motorizado. Semáforos coordenados resultam em menor tempo de espera para o tráfego motorizado, mas numa longa espera para os pedestres.

Uma pesquisa norueguesa (Blakstad, 1993) analisou a taxa dos condutores que sofreram atrasos devido à travessia de pedestres na faixa (não semaforizada). Ela variou entre 20% e 40%, dependendo do número de pedestres atravessando, que variou de 10 a 175 por hora. O tempo de atraso não foi estudado.

Impacto no meio ambiente

Os pedestres sentem-se mais seguros ao atravessar na faixa de pedestres semaforizada que em outras faixas sem esse controle (Schjoldborg, 1979).

Não foram encontrados estudos mostrando os impactos sobre as emissões de gases poluentes nas faixas de pedestres semaforizadas.

Custos

Uma compilação dos dados de várias fontes relativos aos custos (Elvik, 1996) mostra que as faixas de pedestres semaforizadas têm custo médio de cerca de NOK 270.000. Os custos anuais operacionais e de manutenção são estimados em NOK 25.000 por faixa de pedestre semaforizada.

Avaliações de custo-benefício

Elaborou-se um exemplo numérico para demonstrar os benefícios e os custos de faixas de pedestres

semaforizadas. Suponha que o local de travessia tenha um VDMA de 15.000 veículos e 5.000 pedestres. Suponha que durante o dia (8 horas por dia) o número de veículos por hora seja de 1.000 e o número de pedestres seja de 400; considera-se que o local tenha 0,05 acidente com veículos por milhão de veículos; assume-se uma redução de 12% nos atropelamentos, enquanto que o número de acidentes com veículos reduziria em 2%. O tempo de atraso é estimado com base nos dados das figuras 3.10.1 e 3.10.2, ou seja, o tempo médio de atraso para o dia como um todo é de pouco menos de 3 segundos tanto para os pedestres quanto para os veículos.

A economia com os custos dos acidentes está estimada em cerca de NOK 0,9 milhão. O aumento com os custos do tempo de atraso é estimado em torno de NOK 7,1 milhões. O benefício total é, portanto, negativo, - NOK 6,2 milhões. Este cálculo não inclui uma avaliação econômica da maior sensação de segurança proporcionada aos pedestres.

Pode-se argumentar que os atrasos de três segundos sejam irrelevantes. Esse atraso é, no entanto, apenas uma média. Os atrasos não são distribuídos uniformemente. Alguns podem estar, por exemplo, um minuto atrasados, enquanto os outros não sofrem nenhum atraso. O fato de que em torno de 25% dos pedestres atravessem irregularmente quando o semáforo está vermelho (Askildsen, Leite e Muskaug, 1996) sugere que até mesmo os poucos segundos economizados pelos pedestres são percebidos como uma vantagem suficientemente grande para que eles aceitem um maior risco de acidente ao atravessar irregularmente.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a instalação de semáforos nas faixas de pedestres é muitas vezes tomada por moradores e pais que querem garantir a segurança no trajeto das crianças para a escola.

Requisitos e procedimentos formais

As normas de sinalização vertical (Statens vegvesen, Håndbok 048, 2007) contêm critérios para avaliar a necessidade de regulamentar os semáforos nas interseções. Ela também contém os requisitos para o projeto técnico. Devem ser elaborados os planos detalhados para a semaforização de travessias de

pedestres. Esse plano deve ser aprovado pela autoridade responsável pela sinalização. Uma exigência do plano é que a polícia e o município analisem o projeto antes que a autoridade responsável pela sinalização envie o projeto para a administração de vias públicas, ou seja, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Responsabilidade pela execução da medida

As decisões sobre a regulamentação dos semáforos nas faixas de pedestres são feitas pela Diretoria das Vias Públicas. As despesas com a instalação dos semáforos na travessia são de responsabilidade do órgão gestor da via, que pode ser estadual, distrital ou municipal.

3.11 LIMITES DE VELOCIDADE

O capítulo foi revisado em 2012 por Rune Elvik (TØI)

Problema e finalidades

Um dos fatores que impacta substancialmente o número de acidentes e sua gravidade é a velocidade média do tráfego de veículos. O aumento da velocidade reduz as margens de segurança durante a condução, pois o condutor percorre uma distância maior antes que tenha tempo para reagir a um perigo, e porque as margens de erro ficam menores quando o condutor reage a um perigo. Alguns condutores argumentariam que ficam mais alertas e que reagem mais rápido quando dirigem em velocidade mais elevada do que quando dirigem devagar. Estudos com simuladores (Törnros, 1995) fornecem algum suporte para esta ideia, porém as diferenças no tempo de reação são extremamente pequenas e não compensam o excesso de velocidade, mesmo que a resposta seja mais rápida e precisa.

Os limites de velocidade são introduzidos em todo o país a fim de assegurar um equilíbrio apropriado entre o desejo de chegar rapidamente ao destino e determinado nível de segurança. Somente alguns trechos do sistema de autoestradas da Alemanha não possuem limite de velocidade. A Noruega instituiu limites de velocidade em todas as vias públicas desde 1912. Muitos outros países motorizados têm longos trechos no seu sistema viário em que não há limite de velocidade.

Os limites de velocidade indicam a velocidade máxima permitida para a condução e têm por objetivo prevenir que os condutores exponham a si mesmos e aos outros a altos riscos que a condução imprudente em alta velocidade envolve. Ao mesmo tempo é necessário garantir uma velocidade suficientemente alta para que a via possa cumprir com sua função de escoamento do tráfego de forma adequada.

Descrição da medida

Distinguem-se entre dois tipos de limite de velocidade: geral e específico. O limite de velocidade geral na Noruega está previsto no Código de Trânsito, sendo de 50 km/h nas áreas urbanas e de 80 km/h fora das áreas urbanas. Os limites gerais de velocidade geralmente não são alterados ao longo das vias, porém tem-se tornado cada vez mais comum um limite acima de 50 km/h. Os limites de velocidade específicos podem ser introduzidos em alguns trechos de rodovias ou durante períodos específicos por quem tiver autoridade para impor limites de velocidades específicos. Estas autoridades são a polícia, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para as rodovias nacionais e estaduais e trechos fora de áreas urbanas e a autoridade municipal sobre as vias municipais. Os limites de velocidade específicos devem ser sempre administrados de forma separada.

TABELA 3.11.1: VIAS COM EXTENSÕES E LIMITES DE VELOCIDADE DIFERENTES – 2005.

Limite de velocidade (km/h)	Extensão de via (km)
100	111
90	1083
80	19028
70	1797
60	3931
50	1855
40	80
30	23

Os limites de velocidade de 100 km/h são adotados nas melhores autoestradas. Esse limite também é válido para as rodovias de maior tráfego na Noruega. Limites de velocidade abaixo de 50 km/h são introduzidos em vias de áreas residenciais, em que os residentes geralmente exigem a baixa velocidade. Não há um padrão geral em âmbito nacional sobre os limites de velocidade nas regiões e vias municipais. Muitas vias municipais encontram-se em áreas densamente po-

pulosas e servem as áreas residenciais. Essas vias em geral têm limite de velocidade de 30 km/h. As principais vias que escoam o tráfego por grandes distâncias normalmente têm limites de velocidade de 80, 90 ou 100 km/h. As vias de acesso em áreas residenciais costumam ter um limite de velocidade de 30 km/h.

Além dos limites de velocidade como estabelecidos acima, têm-se dois tipos de limites de velocidade específicos na Noruega: os limites de velocidade nas rodovias durante o inverno, visto que no inverno acidentes ocorrem em maior número do que o normal, e o limite de velocidade ambiental. O limite de velocidade no inverno é 10 km/h mais baixo que o limite de velocidade adotado durante o verão. Além dos limites de velocidade sazonais introduzidos durante o inverno, na cidade de Oslo adota-se o limite de velocidade ambiental, com o propósito de reduzir a emissão de partículas soltas por conta do contato entre os pneus e a superfície do pavimento. O limite de velocidade ambiental é 20 km/h mais baixo que o limite de velocidade ao longo do ano.

Impacto sobre os acidentes

Há literatura bastante extensa sobre os impactos dos limites de velocidade nos acidentes. Estes estudos foram resumidos por Elvik (2009). O resumo inclui 117 pesquisas, que totalizam 523 resultados. O impacto do limite de velocidade na segurança viária pode ser descrito no esquema indicado na figura 3.11.1.

A mudança do limite de velocidade afeta a segurança viária por influenciar a velocidade média, que, por sua vez, afeta o número e a gravidade dos acidentes.

A correlação entre mudanças na velocidade e mudanças no número de acidentes, discriminada pela gravidade dos ferimentos, pode ser descrita por um modelo exponencial (Elvik, 2011). É desenvolvida uma função para acidentes fatais, uma para acidentes com feridos e uma para acidentes com danos materiais. A figura 3.11.2 mostra a função para os acidentes fatais.

As mudanças na velocidade são mostradas em intervalos de 10 km/h. A velocidade mais elevada é 115 km/h. O primeiro intervalo apresenta uma redução para 105 km/h; a próxima redução, para 95 km/h, e assim por diante, até os 25 km/h. O número de acidentes relativo à velocidade mais elevada é igual a 100. Então é calculado o porcentual de redução dos acidentes, considerando que a velocidade média do tráfego diminui de 115 para 105 km/h, de 105 para 95 km/h, e assim por diante, até alcançar a redução de 35 para 25 km/h.

O propósito desta análise é comparar o modelo potencial, que tem sido utilizado para descrever a



Figura 3.11.1: Impactos dos limites de velocidade na segurança viária.

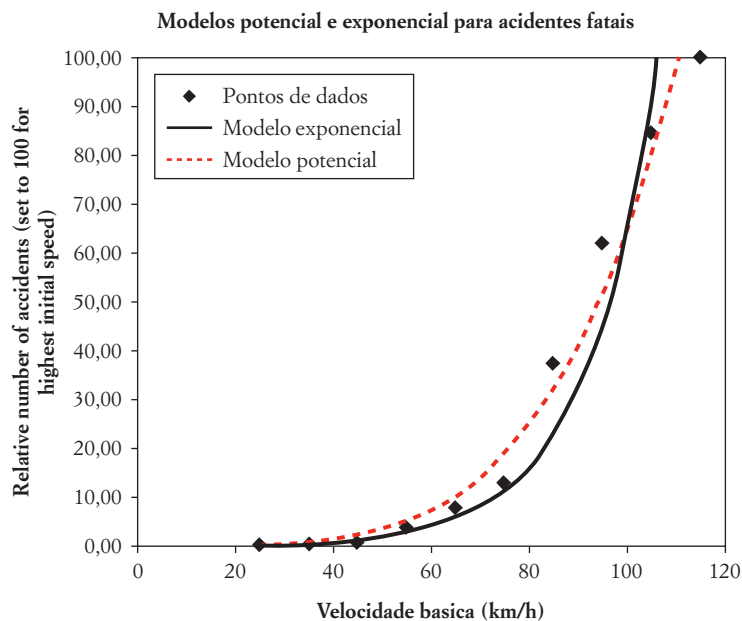


Figura 3.11.2: Comparação dos modelos potencial e exponencial para acidentes fatais.

relação entre a velocidade e a segurança viária, com um modelo alternativo. Os modelos de potência assumem que determinada mudança porcentual de velocidade produz o mesmo impacto sobre os acidentes, independente de quão elevada seja a velocidade. Isto é, considera-se uma mudança de 100 para 50 km/h como produzindo o mesmo efeito de uma mudança de 10 para 5 km/h. Esta suposição é razoável. É mais razoável considerar que a última mudança com relação à velocidade teve menos impacto sobre os acidentes com mortos que a mudança anterior. A função exponencial é mais consistente em relação a essa hipótese.

A figura 3.11.2 trata de um modelo potencial – com um expoente constante para todos os níveis de velocidade – desenhado com uma linha tracejada e comparado ao modelo exponencial que melhor se ajusta aos pontos de dados. Além do caso dos acidentes fatais, apresentam-se também outras duas funções. A figura 3.11.3 mostra a curva equivalente ao número de acidentes com feridos. Para acidentes com feridos, o modelo exponencial se enquadra melhor do que o modelo potencial, especialmente quando se trata de alta velocidade. A figura 3.11.4 mostra as duas funções para acidentes com danos materiais. O modelo exponencial se enquadra melhor aos dados de acidentes com danos materiais que o modelo potencial.

Como um todo, sugere-se uma análise em que se obtenham descrições mais precisas da relação entre a ve-

locidade e a segurança viária predominantemente baseada em modelos exponenciais em vez de potenciais.

As curvas apresentadas nas figuras 3.11.2, 3.11.3 e 3.11.4 representam exclusivamente a relação entre as mudanças na velocidade e as mudanças na segurança viária. A mudança na velocidade média é apenas a consequência destas mudanças estudadas junto ao modelo. A fim de se declarar algo sobre o impacto da mudança dos limites de velocidade sobre o número de acidentes e feridos, deve-se, entretanto, conhecer como determinada mudança no limite de velocidade afeta a velocidade média do trânsito. Para resumir o conhecimento acerca do assunto, é conduzida uma análise especial de 125 pontos de dados relacionados às mudanças do limite de velocidade, em que se considera o limite de velocidade antes e depois da mudança do limite e onde a mudança da velocidade média de tráfego também começou a ser observada (Elvik, 2009). A figura 3.11.5 mostra o padrão destes 125 pontos de dados.

Um polinômio de segundo grau proporciona um melhor ajuste aos pontos de dados. O aumento do limite de velocidade parece ter menos impacto sobre a velocidade média do tráfego do que a diminuição do limite de velocidade. A figura 3.11.5 abrange os limites de velocidade como um todo.

A redução do limite de velocidade parece conduzir a uma maior diminuição da velocidade média do trân-

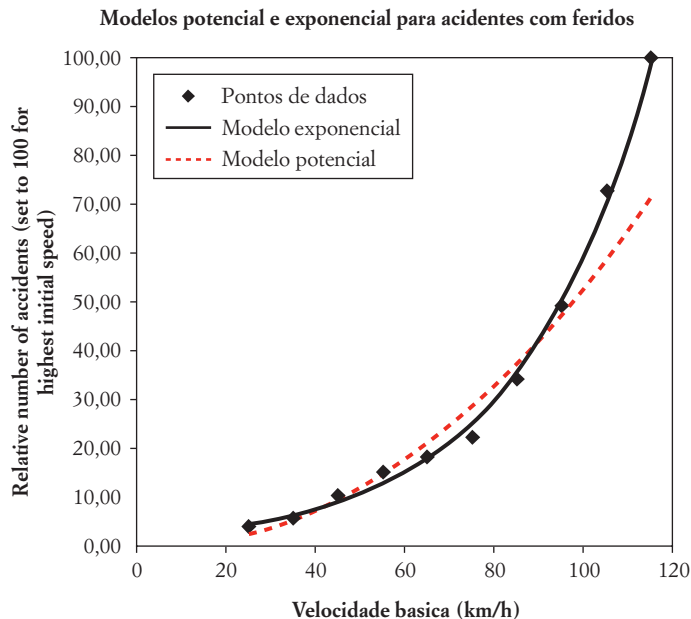


Figura 3.11.3: Comparação dos modelos potencial e exponencial para acidentes com feridos.

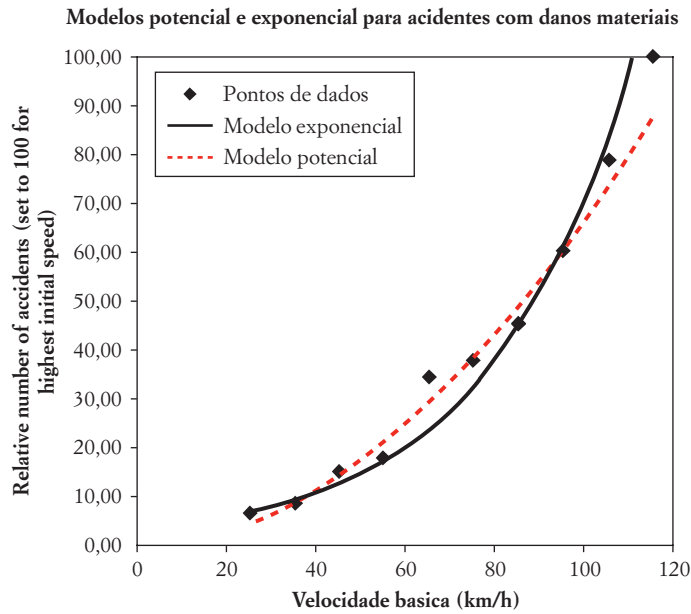


Figura 3.11.4: Comparação dos modelos potencial e exponencial para acidentes com danos materiais.

sito quando se tem limites baixos do que quando se tem limites altos. Isso pode ser devido, em parte, à severidade deste limite de velocidade, que pode ser definido como uma razão entre a velocidade média do tráfego e o limite de velocidade anterior à mudança. Se, por exemplo, a média de velocidade é de 77 km/h e o limite de velocidade é de 80 km/h, a severidade é de $77/80 = 0,963$. O valor da severidade estando

em 1 significa que o trânsito em geral mantém uma velocidade acima do limite estabelecido.

Os impactos referentes às atuais mudanças nos limites de velocidade na Noruega são calculados conforme mostra a tabela 3.11.2. A redução dos limites de velocidade apresenta maior impacto porcentual sobre o número de acidentes fatais ou com feridos.

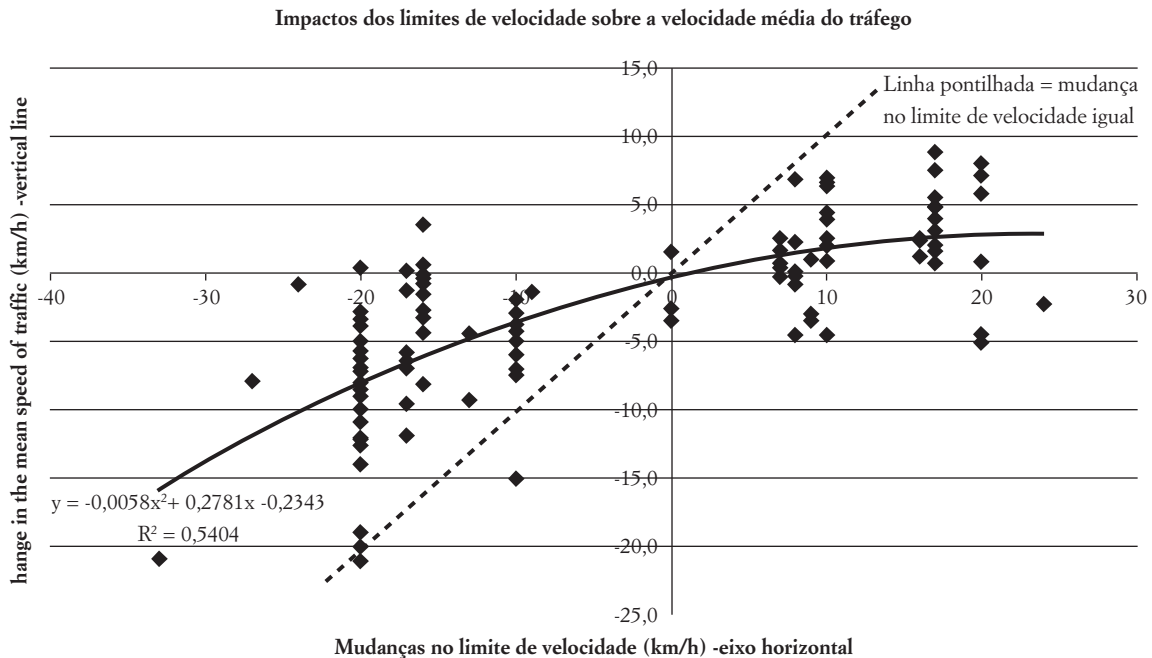


Figura 3.11.5: Relação entre as mudanças do limite de velocidade e a mudança na velocidade média do tráfego (km/h).

TABELA 3.11.2: IMPACTOS ESPERADOS DAS MUDANÇAS NOS LIMITES DE VELOCIDADE (KM/H) SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES CONSIDERADOS MAIS RELEVANTES NA NORUEGA.

Limite de velocidade		Velocidade média (km/h)		Variação porcentual do número de mortos, feridos graves ou levemente feridos		
Antes	Depois	Velocidade antes	Velocidade depois	Mortes	Feridos graves	Feridos leves
90	100	87,3	89,3	+13	+8	+4
90	80	87,3	84,8	-14	-9	-5
80	90	77,6	79,6	+13	+8	+4
80	70	77,6	75,1	-14	-9	-5
80	60	77,6	70,1	-36	-26	-14
70	60	67,9	65,4	-14	-9	-5
60	50	59,4	55,9	-19	-13	-7
50	40	49,5	46,0	-19	-13	-7
50	30	49,5	40,5	-42	-30	-16
40	30	39,6	36,1	-19	-13	-7

Impacto na mobilidade

Há uma correlação direta entre a velocidade e o tempo de viagem. A figura 3.11.6 mostra esta relação. A figura também mostra uma curva que indica como os condutores percebem a relação entre velocidade e tempo de viagem (Elvik, 2010).

A curva mostra como os condutores percebem a relação entre velocidade e tempo de viagem, baseando-se nos experimentos psicológicos a que Elvik (2010) se referiu. Os usuários da via estão experimentando uma

correlação mais linear do que ela é. Isso significa que os condutores acreditam que um pequeno aumento da velocidade já é suficiente para obter uma elevada economia de tempo. Essa ideia está refletida na figura 3.11.6, em que se percebe que a curva da percepção de relação entre velocidade e tempo de condução é mais baixa do que a curva em baixa velocidade e mais elevada do que a curva em alta velocidade.

Os cálculos apontam que, se o cumprimento do limite de velocidade atingir 100%, o tempo total de viagem aumentaria em torno de 5,6%.

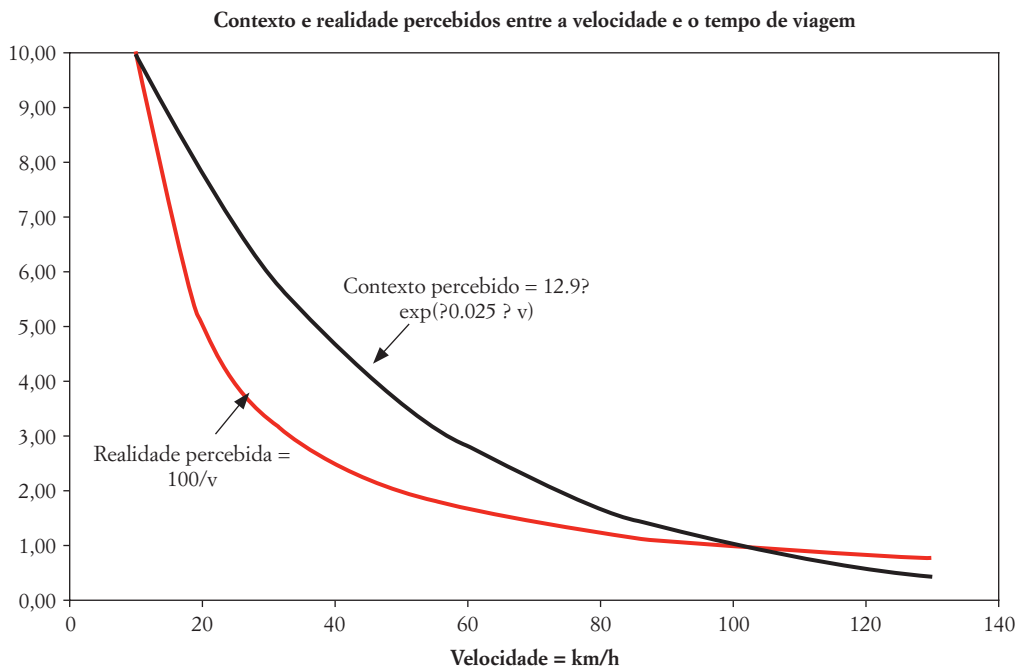


Figura 3.11.6: Tempo de viagem (horas) para uma distância de 100 km e a percepção dos usuários no que se refere à relação entre velocidade e tempo de viagem.

Impacto no meio ambiente

Um relatório a respeito da velocidade propõe as seguintes curvas sobre como as emissões dos vários gases dependem da velocidade (OECD, 2006).

A figura 3.11.7 mostra que as emissões da maioria dos componentes atingem um mínimo a uma velocidade por volta dos 70 km/h. Se a velocidade aumenta, as emissões aumentam moderadamente. Em uma velocidade abaixo de 70 km/h, as emissões aumentam um pouco e depois diminuem até atingirem os 30 km/h. Para uma velocidade menor que 30 km/h, as emissões aumentam significativamente. A relação entre a velocidade e a emissão é mais forte para emissões de CO₂, que são diretamente proporcionais ao consumo de combustível.

O ruído do motor dos veículos aumenta com o aumento da velocidade. Os ruídos aumentam continuamente com o aumento da velocidade, diferentemente das emissões, que primeiro decrescem e depois crescem.

Custos

O custo para se estabelecer limites de velocidade gerais é mínimo, uma vez que estes limites são estipulados no Código de Trânsito e, em sua maioria, não necessitam de sinalização com placas. No entanto, a sinalização deve estar presente quando

são introduzidos limites de velocidade especiais. Os sinais devem se repetir após cada interseção. Os custos com as sinalizações dos limites de velocidade específicos serão de aproximadamente NOK10.000 a 15.000 por km/via. Isso se aplica aos custos de se instalar a sinalização. Além disso, há os custos com o planejamento e a introdução dos limites de velocidade especiais. Estes custos não são bem conhecidos, mas, assumindo-se o custo de tempo, o custo ficará em torno de NOK 40.000 para cada decisão acerca dos limites de velocidade especiais.

Avaliações de custo-benefício

Os limites de velocidade podem ser estabelecidos com base em princípios distintos, envolvendo diferentes níveis de velocidade no tocante à mobilidade, à segurança viária e às condições ambientais. Quatro princípios foram discutidos internacionalmente (Nilsson e Roosmark, 1976; Jørgensen et al., 1985; Vägverket, 1997):

1. Adapta-se o limite de velocidade ao nível atual de velocidade praticado, para, por exemplo, 85% (85% abaixo da velocidade dos veículos) ou a velocidade média. A ideia é estabelecer um limite de velocidade que atende a todos e seja praticada por todos.
2. Varia-se o limite de velocidade de acordo com os padrões das vias, como, por exemplo, a geo-

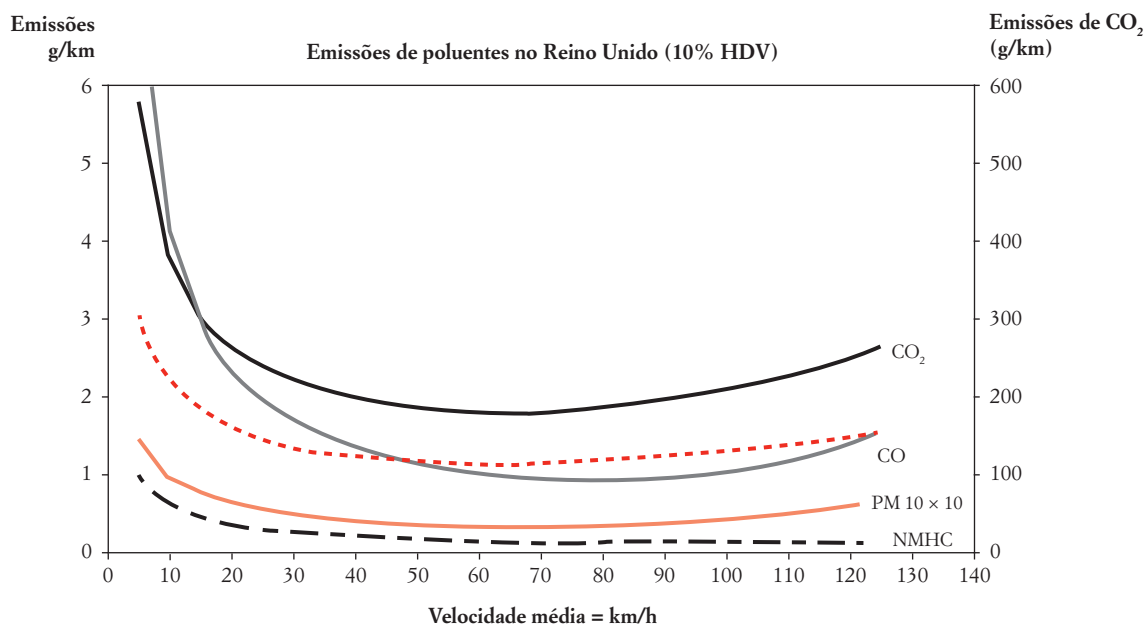


Figura 3.11.7: Emissões em função da velocidade. Fonte: OECD, 2006.

metria e a densidade de acessos por km de via. As vias com uma boa geometria e poucas saídas teriam um maior limite de velocidade do que as rodovias com geometria inadequada e muitas saídas.

3. Determina-se o limite de velocidade no limite de tolerância humana para o choque biomecânico (limites de velocidade adotados no Programa Visão Zero). O limite de velocidade em questão não deve ser maior do que 30 km/h em vias com tráfego de pedestres; não deve exceder 50 km/h nas interseções e onde os veículos motorizados podem colidir lateralmente uns com os outros, e não deve ultrapassar os 70 km/h nas rodovias com possibilidade de colisões frontais.
4. Escolhe-se o limite de velocidade, considerando-se a economia dos custos para o fluxo de tráfego, isto é, a soma dos custos com os acidentes, o custo de tempo, o custo da operação do veículo, os custos ambientais e os custos com as rodovias, que devem ser o menor possível. O limite de velocidade é estabelecido por um princípio conhecido como limite de velocidade ideal. Na prática, quase sempre se tem uma mistura dos vários princípios para a determinação dos limites de velocidade. Na Noruega, atribui-se uma grande importância à densidade de acessos para se determinar o limite de velocidade. Também se enfatiza o tráfego de pedestres e ciclistas, que podem se misturar ao trânsito de automóveis ou ser separados dele.

Nenhum dos países nórdicos adotou limites de velocidade com o intuito de minimizar os custos econômicos para o tráfego. O limite de velocidade ideal na Noruega e na Suécia é, no entanto, calculado e comparado ao limite de velocidade presente e à velocidade atual. Os resultados destes cálculos são mostrados na tabela 3.11.3.

Na Noruega, o limite de velocidade atual está próximo do ideal. Uma importante exceção a esta regra

é que a velocidade ideal nas rodovias é de 80 km/h, enquanto que trechos dessas rodovias têm um limite de velocidade de 90 km/h. Outra exceção é que o limite de velocidade ideal nas rodovias fora das áreas urbanizadas é de 70 km/h. Atualmente, a maioria dessas rodovias possui um limite de velocidade de 80 km/h.

Na Suécia, o limite de velocidade ideal é mais baixo que o limite de velocidade atual nas vias para o tráfego motorizado e em vias fora da área urbana. O limite de velocidade ideal em vias em áreas urbanas na Suécia é aparentemente maior que o limite de velocidade atual. A principal razão para isto é que o tempo de viagem é relativamente muito valorizado na Suécia. A diminuição da velocidade em, por exemplo, 10 km/h a partir de 50 km/h aumenta muito mais o tempo de viagem que a redução da velocidade em 10 km/h a partir de 100 km/h.

É importante enfatizar que qualquer cálculo com limite de velocidade ideal possui algumas limitações. As principais limitações são:

1. É discutível se todos os impactos relevantes estão incluídos. A lista de impactos incluídos nesses cálculos torna-se cada vez mais longa, uma vez que as avaliações econômicas passaram a fazer parte dos impactos. É provável que parte dos impactos não tenha sido incluída, tais como a segurança de pedestres e ciclistas.
2. A avaliação de impactos não é uma ciência exata. A análise do limite de velocidade ideal na Noruega e na Suécia mostra que muitos dos impactos são avaliados de modo distinto entre dois países (Elvik, 2002).
3. Nas autoestradas, o limite de velocidade ideal encontra-se em um patamar indefinido entre 70 km/h e 110 km/h, uma vez que a curva de custo é quase constante nesse aspecto. O limite de velocidade entre 70 e 110 km/h apresenta diferentes consequências para a segurança viária.

TABELA 3.11.3: IMPACTOS ESPERADOS SOBRE O NÚMERO DE VÍTIMAS EM RELAÇÃO A MUDANÇAS NOS LIMITES DE VELOCIDADE (KM/H) – DADOS CONSIDERADOS MAIS RELEVANTES NA NORUEGA.

Tipo de rodovia	Velocidade média (km/h)	Limite de velocidade atual (km/h)	Limite de velocidade ideal (km/h)
Autoestrada	95 (109)	90 ou 100 (110)	100 (110)
Rodovia (velocidade = 110 km/h)	86 (108)	90 ou 80 (110)	80 (90)
Rodovia (velocidade = 90 km/h)	- (96)	- (90)	- (80)
Via rural	77 (95)	80 (90)	70 (80)
Arterial urbana	50 (50)	50 (50)	50 (60)
Via de acesso	40 (39)	30 (30)	40 (60)

4. Com relação ao limite de velocidade, também deve-se incluir a necessidade de dispositivos de controle. Os dispositivos de controles de velocidade são essenciais no cálculo de custos, tendo em vista que, mesmo com a fixação de dois limites de velocidade iguais, podem-se exigir diferentes níveis de controle da velocidade para que esta seja respeitada.

Na prática, o limite de velocidade é baseado em um número de critérios que não necessariamente asseguram que essas medidas venham a se tornar economicamente interessantes.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O limite de velocidade pode ser determinado pelas autoridades rodoviárias ou por autoridades locais interessadas.

Requisitos e procedimentos formais

Os limites gerais de velocidade foram estipulados no segundo parágrafo do Código de Trânsito § 6. O limite de velocidade geral é de 80 km/h fora das áreas urbanas e de 50 km/h dentro de áreas urbanas. As rodovias estaduais desenvolveram critérios para determinar os limites de velocidade especiais em sua jurisdição. Além desses critérios, as exigências formais para os limites de velocidade são estipuladas conforme o padrão das vias (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008) e da sinalização em geral. A sinalização de tráfego, de modo geral, também conta com exigências técnicas para seu projeto.

Responsabilidade pela execução da medida

O limite de velocidade é estabelecido pelos sinais número 362 (começo do trecho sob o limite) e número 364 (fim do trecho sob o limite). Os custos com a sinalização referente aos limites de velocidade são assumidos pela administração das rodovias estaduais, regionais ou municipais, ou pelo proprietário do terreno, quando se trata de uma via privada.

3.12 CONTROLE FÍSICO DE VELOCIDADE

O capítulo foi revisado em 2004 (TØI)

Problema e finalidades

Alta velocidade em vias residenciais, vias de acesso e outros lugares onde crianças brincam e passam o tempo configuram risco de acidente e alto grau de insegurança. Vias de acesso muito próximas e áreas urbanas de grau de densidade mediano têm maior risco de acidente por milhão de veículo-quilômetros do que a maioria dos outros tipos de vias (Blakstad e Giæver, 1989). O risco de acidentes em vias de acesso sem medida física de redução de velocidade em áreas moderadamente povoadas e aglomerações são de 1,4-3,0 acidentes com vítimas por milhão de veículo-quilômetros. Em outras vias, em urbanizações densas, o risco de acidente é de 0,3-1,0 acidente com vítimas por milhão de veículo-quilômetros.

Em áreas residenciais, a velocidade reduzida proporciona um risco mais baixo (Blakstad e Giæver, 1989), mas as placas de limites de velocidade particularmente baixas (20, 30 ou 40 km/h) nem sempre têm o efeito desejado no nível de velocidade em áreas residenciais. Especialmente em vias largas e retas, a velocidade acaba sendo alta (Amundsen e Christensen, 1986). Assim, para que a velocidade seja reduzida ao nível desejado, podem ser necessárias medidas físicas que tornem impossível ou desconfortável dirigir em alta velocidade.

O controle físico de velocidade, por meio de medida física, fará com que o veículo mantenha-se em baixa velocidade, de forma que o risco de acidentes diminua e a segurança aumente.

Descrição da medida

O controle físico de velocidade inclui:

- lombadas;
- faixas de pedestre elevadas;
- cruzamentos elevados;
- faixa sonorizadora;
- estreitamento da largura da faixa de rodagem da via;
- controle da área: utilização coordenada de múltiplas medidas de controle físico da velocidade dentro de uma área. Estas medidas podem incluir lombadas, cruzamentos elevados, estreitamentos, pequenos postes (para evitar subida na calçada ou atropelamento de pedestres), estreitamento nas laterais alternadas da via, faixas sonorizadoras, (mini) rotatórias, portais, etc.

Lombadas são elevações artificiais na via. Uma lombada normalmente é formada com uma parte circular (segmento de círculo), uma parte trapezoidal ou curva sinusoidal. As lombadas também são projetadas de modo a serem utilizadas como faixas de pedestre elevada. Lombadas invertidas (depressões artificiais na via) não são mais usadas. Em 1973 Watts sugeriu lombadas circulares após testes com vários designs (Watts, 1973). Lombadas circulares geram um desconforto crescente quando se passa sobre elas em alta velocidade. A desvantagem é que a curvatura do círculo forma uma retorcitura (dobra fechada) na transição entre o segmento circular e o perfil longitudinal da pista que é percebida como um choque no carro. Isso pode ser evitado com a concepção de lombadas em curvas senoidais. Uma curva senoidal não tem ponto de interrupção no perfil longitudinal da via. Experimentos dinamarqueses indicam que lombadas curvas em forma de ondas senoidais podem proporcionar a atenuação da velocidade sem choque (Lahrmann e Mathiasen, 1992). Lombadas construídas como faixas de pedestre elevadas têm rampas planas e superfície plana, geralmente na mesma altura da guia da calçada.

Cruzamentos elevados significa que a área de interseção é elevada para o mesmo nível do pavimento da calçada. A elevação é uma rampa construída até a altura da área elevada no cruzamento. O cruzamento elevado pode ser combinado com a expansão da calçada, junto com pequenos postes na guia da calçada para separar pedestres de veículos.

Faixa sonorizadora (ranhuras) é uma alteração no pavimento da via que gera impacto, vibração e/ou ruído dentro do veículo. A faixa sonorizadora pode ser colocada usando-se superfícies grossas e irregulares (ranhuras) ou com tiras de plástico longitudinais dispostas no pavimento da via.

Estreitamento da largura da faixa de rodagem, obstáculos laterais, chicanas reduzirão a largura da via – a guia, por exemplo – seja é duplicada unilateralmente ou dos dois lados ou construída como um padrão zigue-zague. O alargamento da calçada nos cruzamentos também é considerado como um estreitamento.

Controle de área – Combinação de várias medidas de controle físico da velocidade dentro de uma área: esta medida aparece sob nomes como “zonas 30” e “vias tranquilas”. A zona pode incluir grandes áreas residenciais e vilas (Engel e Thomsen, 1989; Forschungsgesellschaft, 1989; Behrendt et al., 1989;

Mackie et al., 1993; Mackie e Webster, 1995). Além do uso extensivo de lombadas, as “zonas 30” incluem também outras medidas, como elevação dos cruzamentos, pequenas lombadas/postes baixos, estreitamento da faixa de rodagem e (mini) rotatórias (Mackie e Webster, 1995).

O manual 072 da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega fornece orientação sobre como as medidas de redução física de velocidade devem ser projetadas para atingir seu efeito de forma otimizada (Statens vegvesen, 2004). O caderno de instruções *Sikrere, roligere, renere* (Mais seguro, menos ruído e menos poluição) fornece orientação sobre medidas de redução de velocidade em vários tipos de via (Vegdirektoratet, Statens forirensningstilsyn og Miljøverndepartementet, 1992).

Impacto sobre os acidentes

Impactos do controle físico da velocidade foram estudados em várias pesquisas. Os resultados, aqui disponíveis, foram baseados nas seguintes análises:

Kermit e Hein, 1962 (faixa sonorizadora, EUA);
 Owens, 1967 (faixa sonorizadora, EUA);
 Kermit, 1968 (faixa sonorizadora, EUA);
 Hoyt, 1968 (faixa sonorizadora, EUA);
 Bellis, 1969 (faixa sonorizadora, EUA);
 Illinois Division of Highways, 1970 (citado segundo Harwood, 1993) (faixa sonorizadora, EUA);
 Sumner e Shippey, 1977 (faixa sonorizadora, Grã-Bretanha);
 Helliar-Symons, 1981 (faixa sonorizadora, Grã-Bretanha);
 Baguley, 1982 (lombadas, Grã-Bretanha);
 Mailand, Obst e Strack, 1987 (zona de velocidade, Alemanha);
 Moore, 1987 (faixa sonorizadora, EUA);
 Behrendt, Ernst, Hartkopf, Hotop, Kockelke, Metz-Dörner e Pfafferott, 1989 (zona de velocidade, Alemanha);
 Blakstad e Giæver, 1989 (lombadas, Noruega);
 Engel e Krogsgård Thomsen, 1989 (zona de velocidade, Dinamarca);
 Engel e Krogsgård Thomsen, 1990 (zona de velocidade, Dinamarca);
 Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 1989 (zona de velocidade, Alemanha);
 Giæver e Meland, 1990 (lombadas, Noruega);
 Virginia Department of Highways and Transportation, 1991 (citado segundo Harwood, 1993) (faixa sonorizadora, EUA);

Baier, 1992 (zona de velocidade, Alemanha);
 Faure e de Neuville (zona de velocidade, França);
 Schnüll, Haller e Lübke, 1992 (cruzamento elevado, Alemanha);
 Harwood, 1993 (faixa sonorizadora, EUA);
 Mackie, Hodge e Webster, 1993 (zona de velocidade, Grã-Bretanha);
 Webster, 1993 (lombadas, Grã-Bretanha);
 Webster e Layfield, 1993 (faixa sonorizadora, Grã-Bretanha);
 Mackie e Webster, 1995 (zona de velocidade, Grã-Bretanha);
 European Transport Safety Council, 1996 (lombadas, Dinamarca);
 Webster e Mackie, 1996 (lombadas, Grã-Bretanha);
 Al-Masaeid, 1997 (lombadas, Jordânia);
 Eriksen e Agustsson, 1999 (lombadas, Dinamarca);
 Ewing, 1999 (lombadas, EUA) e
 Agustsson, 2001 (lombadas, Dinamarca).

A tabela 3.12.1 mostra os impactos do controle físico de velocidade sobre o número de acidentes, calculados com base nestas pesquisas.

As lombadas reduzem o número de acidentes com vítimas, em dado volume de tráfego, em aproximadamente 40%. Os resultados foram baseados em pesquisas simples de antes-depois, em que não houve controle de eventuais efeitos de regressão no índice de acidente. Os resultados são, por isso, bastante incertos.

As pesquisas (especialmente Baguley, 1982; Webster, 1993; Webster e Mackie, 1996) mostram que o volume de tráfego diminuiu em vias onde as lombadas são colocadas. A diminuição média do trânsito foi calculada em aproximadamente 18%. Isso sugere que as vias tinham certo tráfego de passagem antes das lombadas terem sido colocadas. A tabela 3.12.1 fornece os impactos das lombadas sobre o *risco de acidentes*, ou seja, sobre o número de acidentes em um determinado volume de trânsito. A razão para isso é que em muitas das vias na Noruega onde foram instaladas lombadas são ruas sem saída ou vias apenas com tráfego local, onde não se pode esperar qualquer diminuição no volume de trânsito quando se instalam lombadas.

Os primeiros estudos sobre lombadas indicam que o tráfego foi transferido para vias paralelas sem lombadas, onde o número de acidentes aumentou. Pesquisas posteriores refutaram esta tendência. Os acidentes em vias nos arredores da via com lombadas não aumentam.

Em média, para todas as pesquisas em que há informações sobre a velocidade, a velocidade (média) diminuiu de 47,7 km/h para 36,3 km/h em vias onde as lombadas foram instaladas. Isso corresponde a uma redução na velocidade na via de 24%. Com base no conhecimento geral sobre a relação entre velocidade e acidentes, seria de se esperar que essa mudança na velocidade reduzis-

TABELA 3.12.1: IMPACTOS DO CONTROLE FÍSICO DE VELOCIDADE SOBRE OS ACIDENTES. ALTERAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Grau de gravidade do acidente	Alteração porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Lombadas – impacto em vias com lombadas			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-41	(-57; -34)
Lombadas – impacto em vias próximas			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-7	(-14; -0)
Cruzamentos elevados			
Acidentes com vítimas	Acidentes no cruzamento	+5	(-34; +68)
Acidentes com danos materiais	Acidentes no cruzamento	+13	(-55; +183)
Faixas sonorizadoras (especialmente antes do cruzamento)			
Acidentes com vítimas	Acidentes no cruzamento	-33	(-40; -25)
Acidentes com danos materiais	Acidentes no cruzamento	-25	(-45; -5)
Grau de dano não especificado	Acidentes no cruzamento	-20	(-25; -5)
Zonas de velocidade (zonas de 30 km/h (20 mph) em área residencial)			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-27	(-30; -24)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-16	(-19; -12)

se o número de acidentes com vítimas em 42%, o que é surpreendentemente bom, com os resultados acima e sugere que a falta de controle dos efeitos de regressão possivelmente não é fonte de erro nas pesquisas.

Em alguns trechos são necessárias duas ou mais lombadas. Para atingir-se uma velocidade média de aproximadamente 30 km/h entre duas lombadas circulares de 100 mm de altura, a distância entre elas deve ser menor que 85 m (Mackie e Webster, 1995). Na Dinamarca também se recomenda a distância de 85 metros entre as lombadas, quando a velocidade desejada é 40 km/h. Com uma velocidade desejada de 50 km/h, recomenda-se uma distância de 150 m (Nielsen, 1993).

Os cruzamentos elevados parecem causar um pouco mais de acidentes, mas nenhum dos resultados é estatisticamente confiável. Não foi utilizado nenhum grupo de controle no estudo, e os autores não aconselham a generalização dos resultados.

As faixas sonorizadoras têm sido particularmente utilizadas nos cruzamentos elevados. Os resultados compreendem, portanto, acidentes em cruzamentos. As faixas sonorizadoras reduzem o número de acidentes com vítimas em aproximadamente 33% e o número de acidentes com danos materiais em aproximadamente 25%. Pesquisas realizadas com diferentes métodos mostram a mesma tendência para acidentes com vítimas.

O controle físico de velocidade, com o uso combinado de diferentes medidas dentro de uma zona, parece reduzir o número de acidentes com vítimas em aproximadamente 25%. Para acidentes com danos materiais, a diminuição parece ser algo menor, aproximadamente 16%. Deve-se acrescentar que a maioria dos resultados decorre das pesquisas simples de antes-depois. Não houve nenhum controle do efeito de regressão no índice de acidentes.

Impacto na mobilidade

Todas as medidas de controle físico de velocidade reduzem a mobilidade por reduzirem o nível de velocidade. As medidas podem, também, fazer com que o volume de tráfego diminua. As medidas de controle físico de velocidade parecem especialmente desagradáveis para os veículos pesados (Amundsen, 1986). Em uma típica via de acesso com extensão de até 0,5 km, uma redução da velo-

cidade de 35 km/h para 25 km/h pode causar um atraso de no máximo 20 segundos por veículo. Em uma pesquisa, 35% das empresas de ônibus entrevistadas responderam ser negativas em relação às lombadas. Os argumentos mais comuns contra as lombadas nas ruas com tráfego de ônibus foram relacionados a lesões na coluna dos motoristas, lesões nos passageiros e desgaste material (Amundsen, 1986). Pesquisas que documentam essas lesões não foram encontradas. Não há evidências de que lombadas causem problemas durante a manutenção de inverno nas vias.

Impacto no meio ambiente

Medições em três localidades na Inglaterra onde foram instaladas lombadas mostraram uma redução de ruído devido à redução do volume de tráfego e da velocidade (Sumner e Baguley, 1979A, 1979B). A faixa sonorizadora pode aumentar o nível de ruído de 2 a 6 decibéis (Statens vegvesen, 1981). Em uma pesquisa dinamarquesa mais recente, mediu-se o ruído de cinco diferentes tipos de faixa sonorizadora (Høj, 1990). O aumento no nível de ruído nesse caso variou entre 1,6 e 3,7 decibéis. Ele foi menor para revestimento de paralelepípedos e mais alto para ranhuras fresadas (faixas sonorizadoras). O aumento de 2 decibéis é o limiar da percepção auditiva.

As emissões de poluentes provenientes dos veículos pode aumentar devido à velocidade particularmente baixa. A figura 3.12.1 mostra uma estimativa das emissões de óxidos de nitrogênio (NOx), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC) em gramas na condução de 250 metros em uma via com uma parada incluída e velocidade máxima de, respectivamente, 20 km/h, 30 km/h e 50 km/h (Vegdirektoratet, Statens forurensningstilsyn og Miljøverndepartementet, 1992). A figura 3.12.1 se baseia nos resultados alemães. As emissões de monóxido de carbono aumentam quando a velocidade é inferior a 30 km/h. As emissões de hidrocarbonetos são praticamente as mesmas a uma velocidade de 20 km/h e a uma velocidade de 30 km/h. As emissões de nitrogênio aumentam com o aumento da velocidade. Possíveis efeitos à saúde dessas variações nas emissões não foram documentadas. Na maioria das vias de acesso, o volume de tráfego é tão pequeno que se deve considerar que as diferenças nos níveis de emissões em diferentes níveis de velocidade têm pouco ou nenhum impacto sobre a saúde.

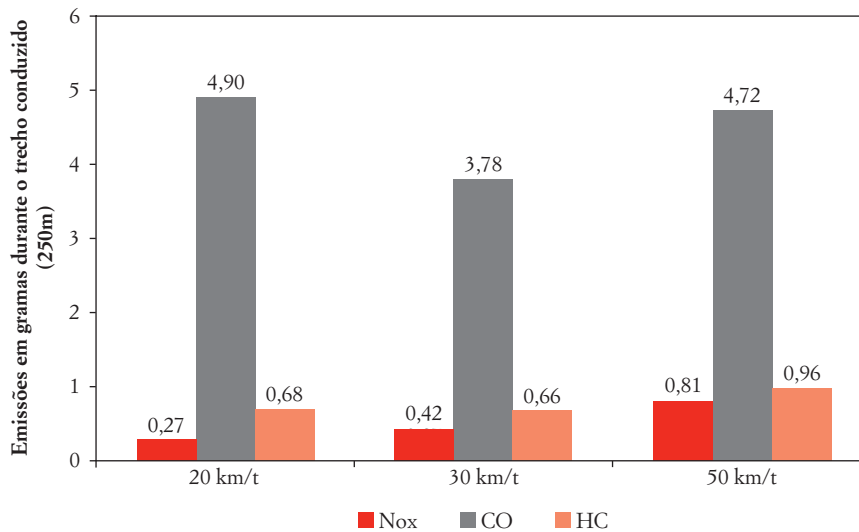


Figura 3.12.1: Emissões em diferentes velocidades. Gramas por 250 m conduzidos.

Custos

A instalação de lombadas em uma via com largura comum (4 a 8 metros) custa aproximadamente NOK 30.000. A sinalização de alerta da medida custa cerca de NOK 2.000 por placa. A marcação da faixa sonorizadora com plástico custa NOK 30-40 por metro de via.

Avaliações de custo-benefício

Foi feito um exemplo de cálculo para esclarecer sobre os possíveis impactos da colocação de lombadas em vias residenciais. Assumiu-se que a via tivesse um volume de tráfego de 200 veículos por dia e um nível de risco de 1,0 acidente com vítimas por milhão de veículo-km. O exemplo aplica-se a uma via de 1 km, mas a maioria das vias de acesso são mais curtas que isso. Estimou-se que as lombadas reduziriam a velocidade de 35 km/h para 25 km/h. Espera-se que os acidentes diminuam em 50%. Para o custo de operação dos veículos espera-se um aumento de NOK 0,25 por veículo-km. Considera-se que os custos relacionados às emissões de poluentes dos veículos aumentem em NOK 0,10 por veículo-km. Conclui-se que a instalação de 10 lombadas tenha um custo total de NOK 150.000.

A partir dessas suposições, o cálculo dos custos economizados em acidente chegou a NOK 960.000. O aumento no custo de tempo foi calculado em NOK 970.000, o aumento nos custos de operação dos veículos foi de NOK 210.000 e o aumento nos custos ambientais, em NOK 85.000.

O aumento destes custos é mais do que suficiente para compensar a diminuição nos custos de acidentes, por isso o benefício total torna-se negativo, de -NOK 305.000. Nesse cálculo não foi incluído o aumento da segurança experimentada nem a melhoria de qualidade do ambiente residencial como, por exemplo, o aumento das oportunidades ao ar livre. Há demanda por medidas de redução de velocidade em muitas áreas residenciais, o que sugere que aqueles que vivem nessas áreas consideram maiores os benefícios do que as desvantagens. Portanto, pode ser duvidoso que o cálculo acima forneça uma visão completa de como os moradores levam em conta benefícios e os custos de medidas nas vias locais.

Isso não significa necessariamente que o aumento dos custos de tempo devam ser excluídos do cálculo. O fato de se ter que recorrer a medidas físicas para que a velocidade seja reduzida ao nível desejado sugere que a baixa velocidade, pelo menos para quem está nos veículos, é percebida como uma desvantagem, mesmo em áreas tipicamente residenciais.

Foi realizado um exemplo de cálculo referente à colocação de faixa sonorizadora antes dos cruzamentos. Estimou-se um cruzamento em uma área rural, que não gere incômodo sonoro nas redondezas. O suposto cruzamento teria um volume médio diário anual de tráfego de 5.000 veículos e um nível de risco de 0,10 acidente com vítimas por milhão de veículos. Constatou-se um custo de NOK 5.000 para a faixa sonorizadora instalada na saída na qual os veículos deviam ceder a preferencial. Isso corresponde

a cerca de 15 faixas sonorizadoras ao longo de uma via com 8 metros de largura.

Assumiu-se que o número de acidentes com vítimas diminuiu em 33% e o de acidentes com danos materiais, em 25%. Supõe-se que o impacto dure três anos. Depois as faixas sonorizadoras devem ser substituídas. Estimou-se que as faixas sonorizadoras atuem sobre os últimos 100 metros antes do cruzamento. Constatou-se que a velocidade nesse trecho diminui de 35 km/h para 25 km/h, o que corresponde a um atraso de aproximadamente 4 segundos por veículo.

Os custos economizados em acidentes foram, nesse caso, calculados em NOK 350.000 e os custos de tempo aumentaram em NOK 530.000. Também nesse caso, o aumento do custo de tempo é maior que a redução dos custos dos acidentes, trazendo um benefício total negativo.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para o controle físico de velocidade pode ser tomada, entre outros, por moradores e associações de moradores, autoridades locais ou pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Requisitos e procedimentos formais

Orientações para a colocação de controle físico de velocidade são fornecidas como parte das normas viárias (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008). Para vias de acesso em aglomerações e áreas urbanas parcialmente densas, recomenda-se a medida de velocidade quando (1) a via tem um trecho reto mais longo que 150 metros, (2) a via tem tráfego de passagem ou (3) o nível de velocidade é acima de 30 km/h. As recomendações para os projetos referentes a medidas de redução de velocidade são indicadas no manual 072, das medidas de redução de velocidade (Statens vegvesen, 2006).

Responsabilidade pela execução da medida

Os gastos com as medidas de redução de velocidade devem ser cobertos pela autoridade responsável da via, nacional, estadual e municipal respectivamente.

3.13 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

O capítulo foi revisado em 2010 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

Entre os anos 2001 e 2005 cerca de 16% de todos os acidentes com feridos foram colisões frontais e 28% foram saídas de pista (Statistisk sentralbyrå, 2006). No conjunto, os percentuais mencionados são um pouco maiores que em 1995, quando 37% dos acidentes com feridos foram colisões frontais ou saídas de pista (Statistisk sentralbyrå, 1996). Uma análise dos acidentes fatais entre 1991 e 1998 na Finlândia mostra que 31% das colisões frontais nesse período ocorreram devido a erros de percepção ou à fadiga; 36%, devido a erros do condutor; 15%, por trafejar na faixa errada; 10%, por suicídios, e 9%, por outras causas (Summala et al., 2003).

As ultrapassagens são responsáveis por cerca de 2% de todos os acidentes com feridos na Noruega. A maioria dos acidentes ocorre em trechos de ultrapassagem permitida, sendo que cerca de 2% de todos os acidentes envolvendo ultrapassagem ocorrem durante a troca de faixa (Børnes et al., 2004).

Para dirigir com segurança e conforto, os condutores dependem dos pontos de referência ao seu redor e à frente do veículo. Especialmente no escuro, ou em qualquer outra situação com más condições de visibilidade, como, por exemplo, neblinas, é importante identificar referências na rodovia que ajudam a distinguir os ambientes. Além disso, em interseções mais complexas, é importante que os condutores consigam se situar, utilizando pontos de referência. A sinalização horizontal tem por intenção, entre outras, proporcionar ao condutor estes pontos de referência.

A sinalização horizontal tem como finalidade:

- direcionar o tráfego com antecedência em relação à via à frente e em relação ao meio ambiente;
- alertar os usuários da via sobre condições específicas e de perigo ao longo do alinhamento da via;
- alertar os condutores que estão prestes a sair da faixa (marcas rodoviárias perfiladas);
- regular o trânsito, reservando, por exemplo, certas partes da via para grupos de veículos específicos (como, por exemplo, faixas de ônibus) e regulamentar a permissão de ultrapassagem e mudança de faixa;

- complementar e reforçar informações proporcionadas pela sinalização vertical.

Descrição da medida

A sinalização horizontal inclui as seguintes medidas:

- marcações de linhas longitudinais nas rodovias, que podem ser à tinta ou plásticas;
- marcas rodoviárias perfiladas;
- marcação das linhas centrais e
- marcação de vias duplas com acesso à esquerda.

Além disso, neste capítulo, trata-se das seguintes medidas:

- refletores das rodovias;
- delineadores;
- marcadores de distância;
- combinação de múltiplas medidas de sinalização horizontal, nas quais há a combinação da sinalização horizontal com outras medidas e
- melhoramento sistemático das marcações das rodovias, conforme as normas.

A sinalização horizontal nas interseções e corredores de ônibus serão discutidas em outros capítulos.

Marcações de linhas longitudinais das rodovias: As marcas longitudinais nas rodovias são utilizadas na Noruega e estão descritas nas regulamentações pertinentes (Statens vegvesen, Håndbok 049, 2001). As marcas longitudinais mais utilizadas são as linhas de bordo, que indicam a beira da estrada, e as linhas de divisão de fluxos no mesmo sentido ou em

sentidos opostos. As linhas de divisão podem fazer a distinção entre as faixas com diferentes funções no caso de fluxos no mesmo sentido. Na Noruega, as marcas longitudinais de cor amarela indicam a separação de fluxos em sentidos opostos. Todas as outras marcações são feitas com a cor branca. As marcações consistem em vários tipos de linhas (ver também figura 3.13.1), conforme:

- as linhas de bordo (com linhas sólidas ou tracejadas) indicam uma borda de via;
- linha divisória de fluxos (traço curto com espaçamento longo) pode ser usada tanto como linha divisória de fluxos no mesmo sentido quanto como linha central no caso de fluxos opostos;
- linha de advertência (traço longo e espaçamento curto) pode ser usada como linha divisória ou como linha central;
- linha de divisão (linha contínua) pode ser usada como linha divisória, sendo que as linhas divisórias não devem ser ultrapassadas ou não se pode passar dirigindo sobre elas;
- linhas combinadas (linha divisória/linha de advertência) podem ser usadas como linhas de divisão de fluxos no mesmo sentido ou linhas centrais, separando fluxos opostos;
- linhas combinadas (linha divisória/linha indicando proibição de passagem; linha de alerta/linha indicando proibição de passagem; linha dupla indicando proibição de passagem) podem ser usadas como linhas centrais e
- divisórias (linhas largas tracejadas).

Marcas em relevo consistem em linhas regulares marcadas com perfis transversais elevados, tipo Longflex, como mostra a figura 3.25.2, no capítulo 3.25.

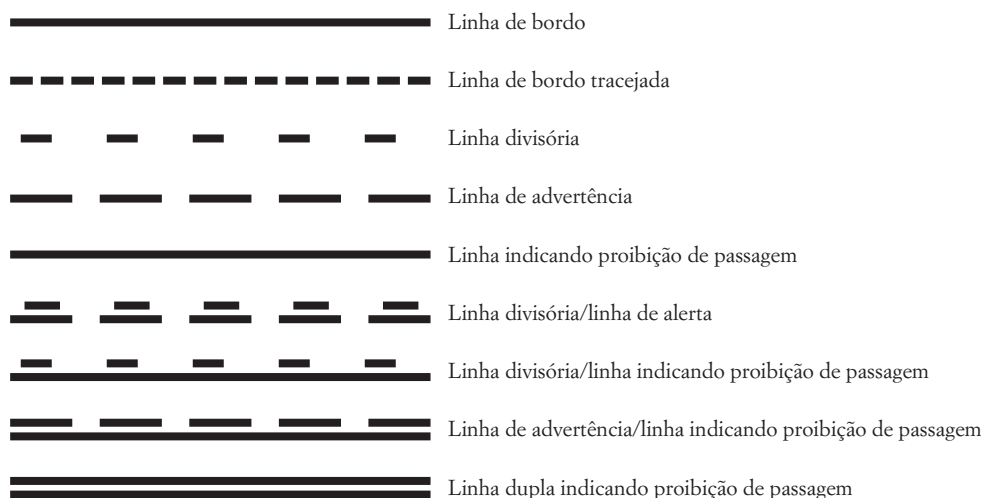


Figura 3.13.1: Tipos de linhas na Noruega.

Essas marcas produzem vibrações e ruídos quando os veículos passam sobre elas. O impacto dos ruídos é, em geral, mais fraco do que os ruídos das ranhuras (ver capítulos 3.25 e 3.26, que tratam das linhas de bordo reforçadas e das linhas centrais reforçadas). As marcas em relevo são mais visíveis em clima úmido que as marcas comuns (Lindly e Wijesundera, 2003). As marcas em relevo são utilizadas na Noruega e na Nova Zelândia (*audio tactile lane markings*). As marcas em relevo têm como finalidade produzir som e vibração quando um veículo dirige sobre a linha, o que alerta o condutor se o veículo estiver prestes a deixar a pista ou a cruzar a divisão central.

Marcação de refúgio para conversão à esquerda são faixas no meio da via destinadas a veículos que necessitam convergir à esquerda em ambos os sentidos. Não é utilizada na Noruega, mas está presente nas rodovias de múltiplas faixas dos Estados Unidos, onde há várias interseções e acessos com demanda de tráfego que deseja convergir à esquerda.

Marcações de linhas centrais indicando proibição de transposição (marcação horizontal no meio da pista, como linhas de uma barreira) são uma extensão das linhas centrais na forma de linha diagonal marcadas entre os dois sentidos do tráfego. É proibido dirigir sobre essas linhas, apesar de não constituírem um obstáculo físico. Diferentemente das marcas longitudinais e marcas em relevo utilizadas em retas, esta marcação é mais utilizada nas interseções ou perto delas. Veja abaixo seus impactos sobre os acidentes.

O impacto das medidas de linhas centrais em interseções não foi descrito neste capítulo (veja o capítulo 1.5).

Tachas com elementos retrorrefletivos são dispositivos com elementos de vidro colorido fixados no asfalto que refletem a luz dos faróis dos veículos. Podem ser usadas como divisores centrais luminosos, fixadas no pavimento ao longo das linhas centrais. Na Noruega, realizaram-se experimentos com **tachas com elementos retrorrefletivos** em linhas centrais (Samferdsel, 9/2005); na Nova Zelândia, eles já existem em grande quantidade e resultaram na redução das colisões.

Balizadores são postes plásticos de aproximadamente 1 m de altura equipados com elemento refletivo na parte superior. Eles são inseridos em ambos os lados da rodovia, com espaçamento de 50 metros entre eles em trechos retos e de 25 metros em curvas. Os balizadores marcam os bordos da pista.

Marcas de canalização e distância são símbolos angulares marcados no pavimento que auxiliam os condutores a manterem uma distância suficiente do veículo dianteiro. As marcações de distância podem ser combinadas com sinais que mostram qual deve ser a distância que se deve manter do veículo à frente, como, por exemplo, um símbolo angular seguido de outro.

As **medidas combinadas** têm por finalidade combinar as medidas de sinalização horizontal mencionadas, tais como as linhas de bordo e os balizadores, as linhas divisórias centrais e linhas de bordo ou centrais. Normas sobre como as marcas longitudinais são usadas para regulamentar o tráfego são fornecidas nas normas de sinalizações (Statens vegvesen, 2009).

O melhoramento sistemático das marcações das rodovias conforme as normas é uma medida que deve ser combinada com uma inspeção do sistema de viário em que se verifique se as marcações estão de acordo com às exigências das normas.

Impacto sobre os acidentes

Existem muitos estudos sobre os impactos dos variados tipos de marcações nos acidentes em rodovias. Os resultados apresentados aqui foram baseados nas seguintes investigações:

Thomas, 1958 (EUA, fronteiras);
Musick, 1960 (EUA, fronteiras);
Williston, 1960 (EUA, fronteiras);
Basile, 1962 (EUA, fronteiras);
Sawhil e Neuzil, 1963 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
Taylor e Foody, 1966 (EUA, delineadores de estrada);
Tamburri, Hammer, Glennon e Lew, 1968 (EUA, linhas centrais e fronteiras);
Roth, 1970 (EUA, fronteiras e delineadores de estrada);
Hoffman, 1974 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
Johns e Matthias, 1977 (EUA, transição da linha branca para a linha central amarela);
Daas, 1978 (Noruega, delineadores de estrada);
Charnock e Chessell, 1978 (Grã-Bretanha, fronteiras);
Bali, Potts, Fee, Taylor e Glennon, 1978 (EUA, muitos tipos de marcações);

Åkerlund e Johansson, 1980A (Suécia, delineadores de estrada);
 Åkerlund e Johansson, 1980B (Suécia, delineadores de estrada);
 McBean, 1982 (Grã-Bretanha, fronteiras);
 Engel e Krogsgård Thomsen, 1983 (Dinamarca, linhas centrais e linhas da pista);
 Rosbach, 1984 (Dinamarca, fronteiras);
 Thakkar, 1984 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
 Willis, Scott e Barnes, 1984 (Grã-Bretanha, fronteiras);
 Glennon, 1985 (EUA, linhas centrais);
 Harwood e St John, 1985 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
 Johansson, 1986 (Suécia, delineadores de estrada);
 Yee e Bell, 1986 (Grã-Bretanha, linhas da pista);
 Hall, 1987 (EUA, fronteiras amplas);
 Cottrell, 1988 (EUA, fronteiras amplas);
 Creasey, Ullman e Dudek, 1989 (EUA, refletores de estrada);
 Griffin, 1990 (EUA, refletores de estrada);
 Lum e Hughes, 1990 (EUA, fronteiras amplas);
 Haynes, Copley, Farmer e Helliari-Symons, 1993 (EUA, marcas de distância);
 Kallberg, 1993 (Finlândia, delineadores de estrada);
 Bowman e Vecellio, 1994 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
 Fitzpatrick e Balke, 1995 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
 Helliari-Symons, Webster e Skinner, 1995 (marcas de distância nas rodovias);
 Persaud, 1996 (marcas de distância nas rodovias);

Bonneson e McCoy, 1997 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
 Corben, Deery, Newstead, Mullan e Dyte, 1997 (Austrália, vários tipos de sinalização horizontal);
 Brown e Tarko, 1999 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
 Giæver, Sakshaug, Jenssen e Berge, 1999 (Noruega; linha média perfilada);
 Welch, 1999 (EUA, vias duplas com curvas à direita);
 Drakopoulos e Vergou, 2003 (EUA, marcas de distância nas rodovias);
 Ford e Calvert, 2003 (EUA, inspeções rodoviárias);
 Jurisich, Segedin, Dunn e Smith, 2003 (Nova Zelândia, marcações das linhas centrais);
 Lindly e Wijesundera, 2003 (EUA, fronteiras perfiladas) e
 Persaud, Bahar, Mollett e Lyon, 2004 (EUA, refletores de estrada).

A tabela 3.13.1 mostra a melhor estimativa do efeito das várias medidas de sinalização horizontal sobre os acidentes, calculadas com base nestas investigações. Considerando-se que há tanto pesquisas metodologicamente relevantes quanto pesquisas metodologicamente irrelevantes, são apresentados apenas os resultados daquelas metodologicamente relevantes.

A principal impressão da tabela 3.13.1 é de que muitas medidas de sinalização horizontal parecem ter um impacto relativamente pequeno sobre o número de acidentes nas rodovias. As medidas combinadas podem conduzir a uma redução significativa

TABELA 3.13.1: IMPACTOS SOBRE OS ACIDENTES UTILIZANDO DIFERENTES MEDIDAS. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor e estimativa	Intervalo de confiança
Linha de bordo convencional			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-3	(-7; +1)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-3	(-14; +10)
Linha de bordo mais larga (20 cm ao invés de 10 cm)			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	+5	(-4; +14)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-1	(-16; +17)
Linhas divisórias de fluxos de sentidos opostos			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-1	(-8; +6)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	+1	(-5; +6)
Mudança de linha divisória central branca para amarela			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-6	(-31; +29)
Linhas divisórias de fluxos no mesmo sentido			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-18	(-51; +36)

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor e estimativa	Intervalo de confiança
Marcas em relevo (nos acostamentos)			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-10	(-21; +4)
Gravidade não especificada	Acidentes envolvendo um só veículo	-25	(-41; -5)
Gravidade não especificada	Acidentes em declives	-16	(-41; +20)
Acidentes com feridos	Acidentes em declives	-52	(-80; +14)
Marcas em relevo (na divisão central)			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-4	(-19; +13)
Gravidade não especificada	Acidentes de colisão	-24	(-33; -13)
Gravidade não especificada	Acidentes diários	-8	(-16; +0)
Gravidade não especificada	Acidentes noturnos	-15	(-23; -7)
Marcação de refúgio para conversão à esquerda (em ambos os sentidos)			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-13	(-24; 0)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-15	(-30; +2)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-19	(-38; +7)
Marcações das linhas centrais (indicando proibição de transposição)			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-28	(-63; +24)
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-1	(-8; +6)
Tachas com elemento retrorrefletivo			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-1	(-3; +1)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-3	(-7; +1)
Gravidade não especificada	Acidentes em locais escuros	-2	(-7; +4)
Acidentes com feridos	Acidentes em locais escuros	-1	(-25; +29)
Gravidade não especificada	Acidentes diários	+1	(-4; +6)
Gravidade não especificada	Acidentes de colisão	-1	(-33; +46)
Gravidade não especificada	Perda de controle	-3	(-12; +7)
Balizadores com elemento retrorrefletivo			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-4	(-17; +10)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-7	(-22; +12)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-3	(-27; +28)
Marcas de canalização			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-32	(-59; +13)
Combinação de linhas de bordo e tachas com elemento retrorrefletivo			
Gravidade não especificada	Acidentes em declives	-47	(-66; -18)
Linhas de bordo e marcas direcionais em curvas			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-19	(-46; +23)
Tachas com elemento retrorrefletivo e marcas direcionais em curvas			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-45	(-58; -28)
Combinação de linhas de bordo e linhas divisórias centrais			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-24	(-35; -11)
Combinação de linhas de bordo, linhas divisórias centrais e balizadores			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-45	(-56; -32)
Melhorias sistemáticas na sinalização horizontal da rodovia			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-36	(-45; -25)

do número de acidentes. As melhorias sistemáticas na sinalização horizontal nas rodovias como resultado das auditorias de segurança viária visam atingir uma redução significativa no número de acidentes.

As explicações sobre os resultados são pouco conhecidas. Alguns estudos têm mostrado que vários tipos de sinalização horizontal de rodovias podem levar a um aumento da velocidade, quando se refere à fluidez do tráfego. Uma meta-análise dos efeitos da sinalização horizontal – linhas divisórias centrais e linhas de bordo – em relação à rodovia sem sinalização horizontal anterior apontou como resultado da sinalização horizontal um aumento da velocidade e menor distância da lateral da pista (Davids et al., 2004). Isso pode ser assumido como um impacto negativo para a segurança, porém o impacto sobre os acidentes não foi examinado na meta-análise.

Linhas de bordo comuns, linhas divisórias centrais e linhas divisórias centrais indicando proibição de transposição, cor da linha e espessura da linha: para linhas de bordo comuns, linhas divisórias centrais e linhas divisórias centrais com proibição de transposição, não há nenhum impacto sobre o número dos acidentes. Isso acontece independentemente do tipo, largura e cor.

Linhas de bordo e linhas divisórias centrais em relevo: as linhas em relevo parecem reduzir o número de acidentes. As linhas de bordo em relevo têm maior efeito sobre os acidentes com feridos e acidentes em declives, e as linhas divisórias centrais em relevo têm maior impacto sobre as colisões. Os resultados aplicam-se a todos os tipos de acidentes e, como um todo, não são estatisticamente significativos. O resultado com relação ao impacto dos acidentes em declives onde não há linhas de bordo em relevo foi corrigido em relação ao viés de publicação. As linhas de bordo em relevo parecem ter um impacto maior do que as linhas divisórias centrais em relevo. As linhas de bordo em relevo têm maior impacto sobre as colisões durante a noite. Os impactos são ligeiramente afetados pelo viés de publicação. Não há informação suficiente que compare os impactos dos diferentes tipos de marcas em relevo.

Não houve efeitos colaterais negativos das marcas em relevo, nem mesmo em relação à migração dos acidentes (Griffith, 1999). Um estudo da Finlândia mostrou que tanto a velocidade quanto a variação da posição lateral dos veículos foram reduzidas; porém, isso não acarretava uma sobrecarga mental aos condutores (Räsänen, 2002).

Linhas divisórias centrais em relevo são adotadas nas autoestradas da Suécia (Carlsson & Brüde, 2005), o que levou à redução do número de mortos ou feridos graves em 40% e do número de ferimentos leves em 7%. O número total de feridos ou mortos diminuiu em 16%. Nenhuma das alterações é estatisticamente significativa. O estudo não apresenta o controle da regressão para a média.

Marcação de refúgio para conversão à esquerda: a reconstrução de uma rodovia de quatro para três faixas com sentido duplo com refúgio central para conversão à esquerda (em ambos os sentidos) reduz o número de acidentes com feridos, porém não possui impactos significativos sobre os acidentes com danos materiais. Os resultados parecem ser impactados por viés de publicação. Os resultados sobre a gravidade dos ferimentos nos acidentes são, portanto, baseados em “ajustes e complementos” que geraram, respectivamente, 7 e 2 novas investigações, conforme a tabela 3.13.1.

Linhas divisórias centrais: os impactos da marcação de linhas divisórias centrais sobre o número de acidentes foram examinados na Nova Zelândia (Jurisich et al., 2003), onde as linhas divisórias centrais podem proporcionar conversão à esquerda – considerando o tráfego à esquerda – e a conversão do para a direita. As linhas divisórias centrais não podem ser utilizadas como faixas regulares ou de ultrapassagem. Sendo assim, as linhas divisórias centrais na Nova Zelândia na prática possuem a mesma função que a marcação de refúgio para a esquerda nos EUA (ver Capítulo 3.13).

Foi observada uma redução de 28% nos acidentes fatais, mas nenhum impacto é significativamente estatístico. Os impactos variam muito entre as diferentes rodovias estudadas, de modo que os mais positivos foram observados à noite, com acidentes envolvendo pedestres, acidentes nos quais o condutor perde o controle do veículo.

Em outro estudo da Nova Zelândia foram encontrados aumentos significativos em alguns tipos de acidentes associados às conversões à direita e colisões traseiras devido à fila formada. Não foi relatado nenhum impacto sobre os acidentes como um todo. As linhas divisórias centrais deste estudo são da cidade de Auckland.

Tachas com elemento retrorrefletivo: a medida parece contribuir com um pequeno declínio no número de acidentes com feridos e no número de aciden-

tes em que o condutor perde o controle do veículo. Os resultados não parecem ser afetados pelo viés de publicação.

Em combinação com a orientação de direção ou marcação de bordas, as tachas com elementos retrorrefletivos levam a uma redução significativa do número de acidentes.

Balizadores com elemento retrorrefletivo: os balizadores com elemento retrorrefletivo podem levar a uma pequena e não significativa redução do número de acidentes. Quanto se controla o viés de publicação, o efeito sobre os acidentes envolvendo grau de severidade não especificada aumenta (-11%), mas ainda não é significativo (intervalo de confiança de 95% [-22; +1]).

Estudos sobre o comportamento na direção mostram que os balizadores com elemento retrorrefletivo levam a um aumento da velocidade na rodovia, o que geralmente aumenta o risco de acidentes. A distância do veículo em relação às linhas laterais aumenta, assim como a sua variação, o que contribui para a redução de acidentes (Schumann, 2003; Lyles & Taylor, 2006).

Em combinação com as linhas de bordo e linhas divisórias centrais, os balizadores com elemento retrorrefletivo apresentam um impacto bastante positivo. O efeito é quase o dobro do efeito das linhas de bordo e das linhas divisórias centrais sem os balizadores.

Marcas de canalização: as marcas de canalização parecem reduzir o número de acidentes em torno de 30%, tanto nas autoestradas como nas interseções. A referência de distância das marcas de canalização auxilia os condutores a manter distância suficiente do veículo à frente. As interseções ou rotatórias possuem marcas de canalização que têm por finalidade reduzir a velocidade dos veículos. Nas rodovias do Reino Unido, onde estas medidas foram testadas, foi observado que a distância de segurança entre os veículos aumentou e que tanto as colisões quanto os acidentes envolvendo um único veículo diminuíram. Entretanto, as mudanças no número de acidentes não parecem ser muito grandes.

Medidas combinadas: as combinações das várias medidas de sinalização horizontal parecem ter um impacto mais favorável sobre o número de acidentes que as medidas individuais aplicadas separa-

damente. Tal afirmação aplica-se, em particular, à combinação de linhas de bordo, linhas divisórias centrais e balizadores em curvas.

Melhorias sistemáticas na sinalização horizontal das rodovias: as melhorias sistemáticas na sinalização horizontal das rodovias de acordo com as normas têm um grande efeito na redução dos acidentes. Os resultados da tabela 3.13.1 são baseados em pesquisas em que outras sinalizações foram inspecionadas e restauradas simultaneamente à sinalização horizontal (Ford & Calvert, 2003). O efeito pode ser um resultado de ambas as medidas. No entanto, o efeito relacionado a ambas as medidas é grande, quando comparado aos pequenos efeitos relacionados às marcações das rodovias. Esse fato pode ocorrer porque o número de acidentes não é controlado pela regressão.

Impacto na mobilidade

Pesquisas americanas e britânicas (Thomas, 1958; Williston, 1960; Stimpson, McGee e Kittelson, 1977; Mullowney, 1982; Willis Scott e Barnes, 1984) mostram que a sinalização horizontal tem pouco impacto sobre a velocidade. A velocidade geralmente aumenta imediatamente após a marcação; porém, esse aumento desaparece gradualmente. Uma pesquisa americana (Cottrell, 1988) mostrou que o aumento das linhas de 10 para 20 cm não levou a uma mudança na velocidade média dos veículos. Uma pesquisa finlandesa (Kallberg, 1993) concluiu que os balizadores conduzem a um aumento da velocidade nas rodovias – sendo encontrado um aumento de 5 a 10 km/h. Todos os estudos apresentam que uma restauração regular da marcação horizontal pode levar a um ligeiro aumento da velocidade.

Uma pesquisa dinamarquesa (Wennike, 1994) mostrou que a sinalização horizontal com o propósito de reduzir a velocidade levou a uma redução de 3 km/h na velocidade média nas rodovias. A proporção de condutores dirigindo acima de 80 km/h diminuiu em torno de 45%. Neste estudo, considerou-se uma linha de bordo lateral de 1 m de largura ao longo de uma via passando por uma vila, ao mesmo tempo em que a sinalização de limite de velocidade foi reforçada. Isso reduz a largura da via.

Não foram encontrados quaisquer impactos na velocidade dos veículos com as linhas de bordo em relevo nos estudos noruegueses de Giæver et al.

(1999). As linhas de bordo em relevo podem levar à redução da mobilidade dos ciclistas (Perrillo, 1998), além de poderem apresentar desvantagens para veículos de emergências e ambulâncias, quando precisarem trafegar em alta velocidade.

A instalação de refúgios centrais para a conversão à esquerda em uma rodovia de pista simples onde antes havia 4 faixas (duas em cada sentido) tem um impacto negativo relativamente pequeno sobre a capacidade e a velocidade média da rodovia, mas possui efeitos positivos para o tráfego em cruzamento, para os pedestres atravessando a via e para veículos de emergência.

Impacto no meio ambiente

A sinalização horizontal não possui qualquer impacto sobre os ruídos e sobre a poluição do ar. A sinalização horizontal com tinta ou substância plástica geralmente contém componentes químicos que oferecem riscos para a saúde quando em altas concentrações. A exposição a tais substâncias é um risco principalmente para os operários das rodovias que realizam os serviços. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega pretende proibir a sinalização rodoviária à base de solvente e instituir sinalização com substâncias plásticas em todas as rodovias.

Custos

Uma visão geral dos custos da sinalização horizontal nas rodovias da Noruega (Statens vegvesen, Håndbok 222) pode ser observada na tabela 3.13.2, que mostra alguns exemplos. Além disso, para considerar os custos com a administração das construções, recomenda-se adicionar mais 35% para taxas adicionais.

Os custos com instalação ou renovação da sinalização horizontal nas rodovias dependem do material utilizado, do volume de tráfego, da quantidade de quilômetros sinalizados e do tamanho do contrato

de trabalho para a realização dos serviços (Cottrell & Hanson, 2001). Os riscos de acidentes com os operários que executam o serviço dependem do tipo de sinalização horizontal (lavestrisko for vaf-fel-teip, Cottrell e Hanson, 2003).

Os custos da implantação de linhas em relevo nas rodovias, não incluindo manutenção, está entre US\$ 0,38 e US\$ 3,63 por metro nos EUA (em 2005, isso correspondia a NOK 2,5 e 24,5), dependendo da extensão da sinalização (Perillo, 1998). Marcas em relevo devem ser renovadas ou substituídas regularmente. A frequência depende, entre outras coisas, do tipo de pavimento, e varia entre 2 e 6 anos. O custo de manutenção é por volta da metade dos investimentos para a implantação (Mason, 1999). As linhas em relevo são mais propensas a danos nas rodovias onde se utiliza o frisor mecânico na manutenção de inverno (Vegdirektoratet, 2000).

Avaliações de custo-benefício

Criou-se um exemplo de cálculo separado mostrando os benefícios e custos de melhorias sistemáticas das marcações rodoviárias para a Noruega. Considera-se que a rodovia tenha um VDMA de 2.000 veículos e 0,10 acidente com feridos por milhão de veículos-km. Espera-se que o número de acidentes com feridos caia em 30% ao longo de cinco anos. Espera-se que o efeito dure por 5 anos. Então é feita a manutenção. Assume-se que as melhorias tenham um custo por quilômetro de via de NOK 85.000. As economias com os custos dos acidentes por km de rodovia estão estimadas em NOK 247.000 – valor sobre cinco anos. O benefício claramente excede o custo da medida. O cálculo mostra que a renovação da sinalização horizontal deve ser economicamente rentável, embora o impacto sobre o número dos acidentes seja relativamente pequeno: a diminuição no total dos acidentes, por exemplo, varia de 2 a 5%. A incerteza com relação aos resultados obtidos no futuro é muito grande para se considerar estes efeitos como estatisticamente confiáveis.

TABELA 3.13.2: CUSTOS COM SINALIZAÇÃO HORIZONTAL NAS RODOVIAS EM 2004.

Marcações	Custos (NOK)
Linhas de bordo/Linhas divisórias centrais (10 cm; por metro de linha)	10
Linhas de bordo em relevo/Linhas divisórias centrais em relevo (10 cm; por metro de linha)	17
Ranhuras (10 cm; por metro de linha)	40
Marcas de canalização (por via de acesso)	1.500

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para a sinalização horizontal são responsabilidade do órgão gestor da rodovia e se baseiam nas diretrizes estabelecidas para manutenção, registro de acidentes, etc.

Requisitos e procedimentos formais

A frequência de renovação da sinalização horizontal é adotada segundo o volume de tráfego (Statens vegvesen, Håndbok 111, 2003). Nestas normas de manutenção também se estabelecem critérios de visibilidade da marcação horizontal antes de ela ser renovada. As sinalizações estão relacionadas aos procedimentos de decisão sobre marcações rodoviárias.

Responsabilidade pela execução da medida

As despesas com a sinalização horizontal das rodovias são consideradas como despesas da própria rodovia e estão em conformidade com as regras das Rodovias Públicas para a distribuição desses custos entre o estado, a região e o município.

3.14 CONTROLE DE TRÁFEGO DE PEDESTRES

O capítulo foi revisado em 2009 por Alena Høyevold (TØI)

Problema e finalidades

A cada ano cerca de 850 pedestres são mortos ou feridos em acidentes de trânsito na Noruega, de acordo com estatísticas oficiais de acidentes (Statistisk Sentralbyrå, 2001-2006). Isso é aproximadamente 8% de todos os acidentes com vítimas notificados à polícia. O número de pedestres mortos por ano é de aproximadamente 33, ou 13% de todos os mortos em acidentes com vítimas notificados à polícia (SSB, 2001-2006). O percentual de pedestres feridos e mortos em áreas urbanas é de aproximadamente 40%. Antes de 1998, o percentual era de cerca de 80%. A mudança aparente ao longo do tempo provavelmente se deve às mudanças no que diz respeito a quais acidentes são considerados acidentes urbanos.

Estima-se que a taxa de acidentes com pedestres registrados na polícia seja de aproximadamente 45% na Noruega. Acidentes com pedestres que não envolvem outros usuários da via (acidentes individuais, ou seja, na maioria acidentes de queda) não são acidentes notificáveis e, portanto, não estão incluídos nas estatísticas oficiais de acidentes. Estima-se que aconteçam pelo menos 10 vezes mais acidentes de queda entre os pedestres do que acidentes de trânsito em que o pedestre é atropelado por um veículo (Vaa, 1993).

O risco de ser ferido ou morto no trânsito varia fortemente com a idade dos pedestres (Bjørnskau, 2009). A média para todas as faixas etárias (acima de 13 anos) é de 0,47. O risco equivalente para condutores de automóvel é de 0,15. O risco mais baixo entre os pedestres encontra-se na faixa etária de 45 a 54 anos (aproximadamente 0,23 ferido ou morto por milhão de passageiros-km). Nos grupos etários acima de 64 anos, o risco aumenta para 0,37 (65 a 74 anos), 0,67 (75 a 79 anos) e 1,35 (80 anos ou mais). Entre os pedestres mais velhos, o risco entre as mulheres é aproximadamente 1,5 a 3 vezes maior do que entre os homens.

As regras de trânsito para pedestres têm, entre outras, a finalidade de melhorar a segurança para eles, ao diferenciar entre o deslocamento de pedestres e o tráfego motorizado ou ao conduzir os pedestres para locais de travessia segura. Outra finalidade pode ser melhorar a mobilidade dos pedestres ao, por exemplo, reservar-lhes partes de áreas viárias ou das ruas.

Descrição da medida

O controle de tráfego de pedestres inclui as seguintes medidas:

- calçadas, divisões físicas entre o deslocamento de pedestres e veículos motorizados;
- redirecionando de pedestres para locais seguros de travessia;
- maior mobilidade de pedestres.

Outras medidas que podem melhorar as relações entre os pedestres e o tráfego motorizado são as vias de pedestres e ciclofaixas combinadas, iluminação viária, drenagem de tráfego, controlador semafórico em cruzamento, controlador semafórico de faixa de pedestres fora do cruzamento, adoção de mão única nas vias. Essas medidas são tratadas em outros capítulos.

Não há estatísticas nacionais que mostrem o alcance do uso das medidas discutidas neste capítulo.

Impacto sobre os acidentes

Os impactos de diferentes medidas de controle viário foram estudados nas seguintes pesquisas:

Mackie e Older, 1965 (Grã-Bretanha);
 Jacobs, 1966 (Grã-Bretanha);
 Jacobs e Wilson, 1967 (Grã-Bretanha);
 Wilson e Older, 1970 (Grã-Bretanha);
 Jørgensen e Rabani, 1971 (Dinamarca);
 Herms, 1972 (EUA);
 Pegrum et al., 1972 (Austrália);
 Lalani, 1977 (Grã-Bretanha);
 Cameron e Milne, 1978 (Austrália);
 Polus e Katz, 1978 (Israel);
 Inwood e Grayson, 1979 (Grã-Bretanha);
 Pfefer, Sorton, Fegan e Rosenbaum, 1982 (Japão);
 Bagley, 1985 (Grã-Bretanha);
 Vodahl e Giæver, 1986B (Noruega);
 Yagar, 1986 (Canadá);
 Yagar, Ropret, Kaufman, 1987 (Canadá);
 Boxall, 1988 (Grã-Bretanha);
 Ekman, 1988 (Suécia);
 Frøysadal, 1988 (Noruega);
 Stewart, 1988 (Grã-Bretanha);
 Stølan, 1988 (Noruega);
 Blakstad e Giæver, 1989 (Noruega);
 Hunt e Griffiths, 1989 (Grã-Bretanha);
 Dijkstra, 1990 (Países Baixos);
 Daly, McGrath e VanEmst, 1991 (Grã-Bretanha);
 Blakstad, 1993 (Noruega);
 Borger e Frøysadal, 1993 (Noruega);
 Downing, Sayer e Zaheer-Ul-Islam, 1993 (Paquistão);
 Jones e Farmer, 1993 (Grã-Bretanha);
 Matsumara, Seo, Umezawa e Okutani, 1993 (Japão);
 Borger e Frøysadal, 1994 (Noruega);
 Bowman e Vecellio, 1994 (EUA);
 Wachtel e Lewiston, 1994 (EUA);
 Ward et al., 1994 (Grã-Bretanha);
 Summersgill e Layfield, 1996 (Grã-Bretanha);
 Jones e Tomcheck, 2000 (EUA);
 Koepsell et al., 2002 (EUA);
 Gårder, 2004 (EUA) e
 Zegeer et al., 2005 (EUA).

A **calçada** é geralmente elevada em 10 a 20 cm em relação ao pavimento da via e separada desta por um meio-fio. A calçada tem circulação de pedestres e ciclistas possivelmente em ambos os sentidos.

Normalmente é asfaltada ou pavimentada com concreto/pedras. Os resultados que são apresentados na tabela 3.14.1 mostram que há menos acidentes envolvendo pedestres e ciclistas em vias com calçadas do que em vias sem calçadas, mas mais acidentes com veículos motorizados. Todos os resultados são referentes ao risco de acidentes, ou seja, houve controle do volume de tráfego. No entanto, não se leva em consideração que o risco de acidentes para os pedestres é geralmente mais baixo quando há tráfego de pedestres mais intenso do que quando há pouco tráfego de pedestres. Acredita-se que haja mais pedestres em vias com calçada do que em vias sem. O risco de acidentes reduzido para pedestres pode, por isso, estar superestimado. Nenhum dos estudos usou grupo de controle.

A **faixa de pedestres com pintura convencional** tem como finalidade dar aos pedestres melhores possibilidades de travessia e canalizá-los para um local seguro de travessia. A marcação pode consistir em faixas brancas paralelas, mostrando as bordas exteriores da faixa de pedestres, e/ou listras zebreadas de diferentes padrões. Na Noruega sempre se utiliza o formato de zebra. Na maioria dos países, os veículos motorizados devem dar prioridade aos pedestres na faixa de pedestres e, em alguns países, eles devem dar prioridade também para pedestres que querem atravessar a via. A taxa dos veículos que cumprem tal obrigação varia muito, mas geralmente está longe de 100%, ou seja, não são todos os que aderem à obrigação de ceder passagem ao pedestre. Em muitos países a pintura de faixa de pedestres é complementada com placas. Em alguns países (Noruega, Suécia e Alemanha, por exemplo) todas as faixas de pedestres devem ser sinalizadas com placas; em outros países (EUA, por exemplo) as faixas de pedestres não são sinalizadas, mas as placas normalmente são instaladas antes, ao lado ou acima da faixa de pedestres, para que os condutores atentem para a faixa de pedestres e a preferencial dos pedestres.

A pintura de faixa de pedestres foi pesquisada em um grande número de estudos. Na maioria deles, no entanto, não houve controle para o volume de tráfego (pedestres e veículos motorizados). Os resultados da tabela 3.14.1 são relativos a acidentes de pedestres com base nos estudos em que houve controle tanto do volume de tráfego quanto do número de pedestres. Em duas vias de duas faixas houve uma diferença significativa no risco de acidentes para os pedestres dentro e fora das faixas de pedestres pintadas. Em vias com mais de duas faixas, no entanto, o risco de acidentes para os pedestres foi maior na

TABELA 3.14.1: IMPACTOS DAS MEDIDAS DE CONTROLE DE TRÁFEGO PARA PEDESTRES EM ACIDENTES. ALTERAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Alteração porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Calçada			
Acidentes com vítimas	Acidentes com pedestres	-4	(-7; -1)
Acidentes com vítimas	Acidentes com bicicletas	-3	(-28; +31)
Acidentes com vítimas	Acidentes com veículos motorizados	+17	(+6; +30)
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	0	(-17; +19)
Faixa de pedestres com pintura convencional			
Acidentes com vítimas	Acidentes com pedestres em vias de duas faixas	-8	(-43; +51)
Acidentes com vítimas	Acidentes com pedestres em vias de faixas múltiplas	+88	(-32; +424)
Acidentes com vítimas	Acidentes com pedestres em todas as vias	+44	(-6; +121)
Acidentes com vítimas	Acidentes com veículos motorizados	+9	(-25; +59)
Faixa elevada para travessia de pedestres X sem faixa de pedestres			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-65	(-83; -27)
Faixa elevada para travessia de pedestres X faixa de pedestres com pintura convencional			
Acidentes com vítimas	Acidentes com pedestres	-42	(-70; +11)
Refúgios na faixa de pedestres X sem faixa de pedestres			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	0	(-26; +36)
Refúgio na faixa elevada para travessia de pedestres X faixa de pedestres com pintura convencional			
Acidentes com vítimas	Acidentes com pedestres	-43	(-71; +12)
Acidentes com vítimas	Acidentes com veículos motorizados	+19	(-7; +52)
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-25	(-55; +24)
Iluminação da faixa de pedestres			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-63	(-79; -36)
Passagem em desnível para pedestres (ponte/túnel)			
Gravidade não especificada	Acidentes com pedestres	-82	(-90; -68)
Gravidade não especificada	Acidentes com veículos motorizados	-14	(-57; +74)
Barreiras de contenção na faixa de travessia			
Acidentes com vítimas	Acidentes com pedestres	-29	(-52; -5)
Acidentes com vítimas	Acidentes com veículos motorizados	-8	(-33; +27)
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-24	(-44; -2)
Gradil de canalização para pedestres			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-48	(-64; -27)
Travessia em grupo em frente a escolas (patrulha escolar)			
Acidentes com vítimas	Acidentes com pedestres	-35	(-69; +36)

faixa de pedestres do que fora dela. Entretanto, o resultado não é estatisticamente significativo. Além disso, quando se atenta para todos os tipos de via, encontra-se um aumento não significativo no risco de acidentes na faixa de pedestres. Os resultados não parecem ser afetados por viés de publicação ou efeitos de regressão. Os resultados dos maiores estudos sobre faixa de pedestres (Zegeer et al., 2005) mostram que o risco de acidentes para pedestres aumenta mais na faixa de pedestres em vias com múltiplas faixas com VDMA acima de 12.000 veículos.

Em estudos em que não houve controle do volume de tráfego e do número de pedestres, encontrou-se um aumento médio no número de acidentes com pedestres na faixa de pedestres de 18% (intervalo de confiança de 95% [-14; +61]). Em estudos em que houve controle ou do volume de tráfego ou do número de pedestres (mas não de ambos), também encontrou-se um aumento não significativo do número de acidentes na faixa de pedestres (+17% com intervalo de confiança de 95% [-13; +58]). Nenhum desses estudos forneceu o número de faixas

ou o volume de tráfego. A maioria dos resultados se refere à faixa de pedestres em interseções; apenas poucos estudos pesquisaram o impacto da faixa de pedestres em trechos retos.

Costuma-se esperar que um índice de acidentes mais elevado na faixa de pedestres se deva a um comportamento de falta de atenção na faixa de pedestres, mais que nos outros lugares. Contudo, os estudos que examinaram o comportamento dos pedestres dentro e fora da faixa de pedestres não encontraram nenhum comportamento mais descuidado ou desatento na travessia (Knoblauch et al., 2001; Mitman et al., 2008; Nitzburg e Knoblauch, 2001). Muitos estudos também mostraram que o risco de acidentes dos pedestres é maior nas distâncias de 0 a 50 metros da faixa de pedestres (Mackie e Older, 1965; Jørgensen e Rabani, 1971; Vodahl e Giæver, 1986A,B; Ekman, 1988).

Faixa elevada para travessia de pedestres é a faixa de pedestres sobre uma lombada com perfil trapezoidal (com uma parte superior plana da mesma altura do passeio), conhecida como “plataforma” ou “lombo-faixa”. Sua finalidade é reduzir a velocidade dos veículos. Quando as faixas elevadas para travessia de pedestres são instaladas em locais onde não havia faixa de pedestres, o número de acidentes diminui, como mostram os resultados da tabela 3.14.1. Os resultados se referem a interseções e trechos em reta. Nem todas as faixas são pintadas e em algumas pesquisas a maioria das faixas de pedestres estão instaladas em trechos retos. Em nenhum dos estudos houve controle do volume de tráfego ou do número de pedestres. Acredita-se que ambos o volume de tráfego e a velocidade diminuíram depois que foram instaladas faixas elevadas para travessia de pedestres.

Quando são instaladas faixas elevadas de travessia de pedestres como melhoria da faixa de pedestres existente, o número de acidentes diminui significativamente, como mostra a tabela 3.14.1. Contudo, o resultado se baseia em apenas um estudo, em que houve controle do volume de tráfego, mas não do número de pedestres (Bowman e Vecellio, 1994). Um estudo em que não houve controle nem do volume de tráfego nem do número de pedestres encontrou um aumento não significativo – de 19% – em ambos os acidentes com pedestres e os acidentes com veículos motorizados (Blakstad, 1993).

O **refúgio na faixa de pedestres** geralmente é instalada entre os dois sentidos do tráfego motorizado. Os pedestres que atravessam devem observar o tráfego

de apenas um sentido por vez e têm duas travessias curtas ao invés de uma longa. Os refúgios podem ser instalados em faixas de pedestres pintadas e com controle semafórico e sem nenhuma outra medida. Um refúgio por si só (sem pintura de faixa de pedestres) não dá aos pedestres prioridade sobre os veículos.

Quando uma pintura de faixa de pedestres é instalada com refúgios onde anteriormente não havia faixa de pedestres, o número de acidentes não tem nenhuma alteração, como mostra a tabela 3.14.1. O resultado se baseia em dois estudos em que não houve controle nem do volume de tráfego nem do número de pedestres. Quando um refúgio é instalado sobre uma faixa de pedestres com marcações existentes, os resultados mostram que o número de acidentes de pedestres diminui, enquanto que o número de acidentes com veículos motorizados aumenta. Ambos os resultados são referentes ao risco de acidentes, de modo que houve controle de ambos volume de tráfego e número de pedestres. Nenhum dos resultados é estatisticamente significativo.

Iluminação da faixa de pedestres: Foi encontrada uma grande e significativa redução do número de acidentes durante a noite. O resultado se baseia em dois estudos, ambos com grupo de controle. Nenhum dos estudos, entretanto, leva em consideração as diferenças do volume de tráfego ou outras possíveis variáveis de confusão.

A **passagem em desnível para pedestres** reduz os acidentes de pedestres (túnel ou passarela). O resultado se refere ao índice de acidente antes e depois da construção de passarela. O volume de tráfego ou outras variáveis de confusão não foram controladas.

Uma **barreira de proteção para pedestres** pode obstruir a visibilidade entre veículos e pedestres que andam ao longo da barreira e estão prestes a sair para atravessar a via (Stewart, 1988). Este problema pode ser evitado com os chamados “gradis visíveis”: algumas unidades são removidas do gradil para torná-lo mais transparente. Estes gradis parecem ter maior impacto sobre os acidentes do que as barreiras ou gradis convencionais.

A realização de **travessias em grupo em frente a escolas** (“patrulha escolar”) pode levar a menos acidentes envolvendo pedestres, mas a diminuição não é estatisticamente confiável pelo material em que os referidos estudos se baseiam. A redução no número de acidentes pela introdução de “patrulha escolar” pode estar relacionada à redução de velocidade dos

automóveis. Uma pesquisa dinamarquesa concluiu que as travessias em grupo nas escolas reduzem a velocidade dos automóveis em três km/h, comparado à velocidade quando a patrulha não está presente (Kjærgaard e Lahrmann, 1981).

Impacto na mobilidade

A pintura de faixa de pedestres aumenta o número de pedestres que atravessam na faixa (ao invés de em outros pontos da via) e reduz o tempo de espera dos mesmos em relação a locais de travessia sem pintura ou com controlador semafórico (Hunt, 1990; Zegeer et al., 2005). O tempo de espera é ainda mais curto e o porcentual de condutores que acatam a preferência aos pedestres aumenta quando se tem faixas elevadas para travessia de pedestres ou quando se tem refúgios sobre a faixa de pedestres (Blakstad, 1993; Huang e Cynecki, 2001; Jones e Farmer, 1993).

Impacto no meio ambiente

As medidas tratadas neste capítulo provavelmente têm pouco ou nenhum impacto sobre o ruído ou a

poluição. A parada e a saída dos veículos na faixa de pedestres pode levar a um aumento do ruído e da emissão de gases. Não foi encontrada nenhuma pesquisa que documentasse os impactos das medidas de controle de tráfego de pedestres sobre o meio ambiente. As faixas elevadas para travessia de pedestres podem ter os mesmos impactos que as lombadas, ou seja, aumento do ruído e emissões referentes à frenagem e à aceleração.

Custos

Os seguintes índices de custo podem ser fornecidos para as medidas tratadas neste capítulo (tabela 3.14.2).

Os custos totais de diferentes medidas não é conhecido, mas os números da tabela 3.14.3 envolvem uma parte das medidas deste capítulo e se baseiam nos custos estabelecidos pela Statens vegvesen (Alnes, 1994).

Estes valores de custo não se aplicam a medidas específicas para regular o tráfego em favor exclusivamente de pedestres e ciclistas. O porcentual de

TABELA 3.14.2: CUSTOS PARA MEDIDAS DE CONTROLE DE TRÁFEGO PARA PEDESTRES E CICLISTAS. PREÇOS DE 1995.

Medida	Custo em coroas de 1995
Colocação de placas de trânsito	2.000 (±1.000)
Pintura de faixa de pedestres convencional	5.000 (±3.000)
Sistema de refúgio na faixa de pedestres	10.000 (±3.000)
Colocação de gradis, por metro	500 (±100)
Sistema de faixa elevada de travessia de pedestres	50.000 (±10.000)
Ampliação da calçada em interseções	100.000 (±50.000)
Controle semafórico da faixa de pedestres	270.000 (±25.000)
Pintura da ciclofaixa, por metro	700 (±120)

TABELA 3.14.3: CUSTOS TOTAIS DO CONTROLE DE TRÁFEGO PARA PEDESTRES E CICLISTAS. COROAS DE 1993.

Medida	Custos totais em 1993 em milhões de coroas	
	Vias nacionais	Vias locais
Colocação de guias (sistema de passeio)	30,8	2,5
Colocação de placas de trânsito (todos os tipos)	42,2	2,5
Estabelecimento de sistemas de semáforos (todos os tipos)	16,1	0,3
Colocação de gradis	0,5	0,1
Sinalização horizontal (todos os tipos)	130,5	18,6
Operação de medidas de controle de tráfego	24,8	23,9
Total, todas as medidas	244,9	47,9

custos referentes à regulamentação para pedestres e ciclistas é desconhecida.

Avaliações de custo-benefício

Nenhuma análise de custo-benefício da pintura de faixa de pedestres foi realizada. Em vias com várias faixas, os resultados mostram que o número de acidentes com pedestres aumenta; em vias de duas faixas, houve uma alteração significativa no número de acidentes. O impacto na mobilidade depende do volume de tráfego e do número de pedestres. Quanto mais intenso o tráfego, maiores serão os benefícios para os pedestres, enquanto que aumentarão as desvantagens para os veículos. Os benefícios e desvantagens no que diz respeito ao tempo de viagem também dependerão de quantos veículos acatam a obrigação de ceder a passagem.

Elaborou-se um exemplo de cálculo para a instalação de refúgios em faixas de pedestres pintadas no pavimento. Supõe-se que o número total de acidentes na faixa de pedestres diminuiu em 25%. Nenhuma alteração no tempo de viagem foi estimada para os pedestres ou veículos. Os custos de investimento são cerca de NOK 15.000 em um volume de tráfego abaixo de 5.000 veículos, e NOK 30.000 em um volume de tráfego acima de 30.000 veículos. A razão de custo-benefício é 0,84 em um volume de tráfego de 1.000 veículos, 1,79 em um VDMA de 2.000 veículos e 4,5 em um VDMA de 5.000 veículos.

Um exemplo de cálculo também foi feito para a construção de passarelas ou túneis ao invés de faixa de travessia em interseções com elevado índice de travessia de pedestres e onde, caso contrário, os veículos teriam a obrigação de conceder a preferência aos pedestres. Supõe-se que o número total de acidentes seja reduzido em 14%. Benefícios e custos dependem do volume de tráfego. Os custos de investimento são cerca de NOK 5,8 milhões em um VDMA de 8.000 veículos, NOK 10,6 milhões em um VDMA de 12.000 veículos e NOK 22 milhões em um VDMA de 36.000 veículos. O ganho de tempo por veículo é de, respectivamente, 1,6; 3,2 e 7 segundos. Para os pedestres não foi estimado nenhum ganho de tempo. Mesmo que os pedestres não precisem esperar para poder atravessar, normalmente leva mais tempo para atravessar por uma passarela ou por um túnel. A razão de custo-benefício é 0,56 para um VDMA de 8.000 veículos, 1,1 em um VDMA de 12.000 veículos e 2,35 em um VDMA de 35.000 veículos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para as medidas de regulamentação viária para pedestres e ciclistas pode ser tomada pelos pais que querem segurança para seus filhos a caminho da escola, por organizações com interesses em pedestres e ciclistas e pelo município ou autoridades viárias.

Requisitos e procedimentos formais

Os critérios de travessia de pedestres (Statens vegvesen, 2007, Håndbok 270) incluem critérios para diferentes tipos de medidas de segurança. As normas viárias (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008) incluem critérios para, entre outros, o projeto e uso de barreiras de proteção para pedestres (canalização) e para iluminação de faixa de pedestres. O Manual de Bicicleta (Statens vegvesen, 2003, Håndbok 233) fornece orientações para o projeto e instalações para bicicletas.

Responsabilidade pela execução da medida

As decisões sobre faixas elevadas para travessia de pedestres, refúgios em faixas de pedestres, expansão do passeio, ciclovias e faixa de retenção para bicicletas geralmente são tomadas pelo departamento viário nacional para vias nacionais, estaduais para vias estaduais e pelo município para vias municipais.

3.15 CONTROLE DE PARADA E DE ESTACIONAMENTO

O capítulo foi revisado em 2011 por Astrid Amundsen e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

O forte crescimento da utilização de automóveis nas cidades levou ao aumento da demanda por vagas de estacionamento. As avenidas e ruas das cidades são muitas vezes utilizadas para estacionar, especialmente se não houver capacidade suficiente em áreas de estacionamento existentes ou se as vagas disponíveis forem caras demais. Estacionamentos em avenidas e ruas muitas vezes reduzem a visibilidade e provocam situações perigosas, quando há veículos

entrando ou saindo de uma vaga ao longo de uma curva, por exemplo.

Em média, entre 2001 e 2009 foram registrados 199 feridos e 3,7 mortos em acidentes que aconteceram da colisão com veículos em marcha a ré ou estacionados. Isso representa 1,9% de todos os relatórios policiais sobre feridos e 1,4% de todas as mortes em acidentes de trânsito que a polícia registrou no mesmo período. Os acidentes associados às manobras de estacionamento ou à existência de estacionamento ao longo das vias são:

- pedestres atropelados por um veículo em marcha à ré (29%);
- entrada de veículos nos estacionamentos (28%);
- colisão de um pedestre atravessando a via saindo por trás de um veículo estacionado (18%);
- colisão frontal ao ultrapassar veículo estacionado ou parado (15%);
- veículo parado/estacionado na mesma direção (10%).

Entre os feridos em acidentes desse tipo, a maioria são pedestres (45%) ou ocupantes de automóveis, vans ou táxis (38%). Ciclomotores e ciclistas representam, respectivamente, 8% e 6% dos feridos ou mortos em acidentes desse tipo, e pessoas em veículos pesados representam 3% deles.

Além dos acidentes com vítimas, ocorrem muitos acidentes com danos materiais durante manobras de estacionamento. Entre 2001 e 2010 as seguradoras tiveram em média, a cada ano, cerca de 55.000 pedidos de indenizações e notificações de acidentes relacionados à marcha a ré e 45 mil acidentes envolvendo a parte traseira de veículos estacionados. Mais da metade desses acidentes aconteceram no meio urbano: 56% foram de marcha a ré e 60% com a entrada/saída de um veículo estacionado. Os acidentes relacionados com a marcha a ré constituem 17% e os acidentes envolvendo colisão com a parte traseira de um veículo estacionado representam 14% da totalidade de acidentes. Estas taxas são aproximadamente iguais em ambientes urbanos e rurais. A maioria dos veículos (cerca de 90%) são carros de passeio.

O valor médio das indenizações por danos materiais em colisão de marcha a ré ou colisão de veículos estacionados é de aproximadamente NOK 7.000, tanto dentro quanto fora das cidades. Isso é um pouco mais da metade da indenização média por danos para todos os tipos de acidentes nas cidades

(cerca de NOK 13.000) e 40% das lesões em todos os tipos de acidentes fora das cidades (cerca de NOK 17.000).

Um desejo de melhor qualidade de vida ou melhor gestão de tráfego é muitas vezes a base para a exigência de uma regulamentação melhor para os estacionamentos. A melhoria dos centros das cidades, do transporte público e a redução do trânsito são metas importantes na regulamentação para os espaços de estacionamentos (Usterud Hanssen e Stens-tadvold, 1993). Nem sempre a finalidade é uma melhor segurança viária.

O controle de parada e de estacionamento pode afetar a segurança do tráfego, removendo ou reduzindo as vagas na via, especialmente quando elas causam uma situação muito prejudicial, evita que o veículo fique parado ou estacionado em lugares onde ele reduz a visibilidade ou a acessibilidade de outros usuários à via, incluindo os pedestres.

Descrição da medida

A regulamentação e o controle de parada e de estacionamento incluem a remoção dos veículos, a proibição de estacionamentos, a limitação do tempo de estacionamento, a adequação das regras para veículos estacionados e a regulamentação de taxas de parada e de estacionamento. Os controles podem ser utilizados em combinação uns com os outros para controlar a mesma via em momentos diferentes.

Proibição de parada – a proibição de parada é sinalizada pela placa 370 de parada proibida nas ruas. A placa pode ser complementada com sinalização que mostre as medidas de proibição. A proibição aplica-se ao cruzamento seguinte ou até ser revogada pelas placas 372, 376 ou 552, ou ainda por meio de outras medidas (Statens vegvesen, Håndbok050, 2009). A proibição de parada é a regulamentação de estacionamento mais rigorosa que existe. A proibição de parada deve ser introduzida apenas em lugares onde o estacionamento na via foi considerado perigoso ou capaz de interferir no fluxo de tráfego. Exemplos de aplicações são:

- em frente a interseções semaforizadas, previnem que o veículo parado esconda o semáforo;
- em cruzamentos com curvas à direita, evitam paradas que impedem a realização da curva à direita;
- em faixas de ônibus, pois estes são reservados para o transporte público.

Estacionamento proibido – introduzido com a placa 372 de proibido estacionar. Em ruas onde há a proibição do estacionamento, as paradas momentâneas de carga/descarga e de embarque/desembarque são permitidas. No entanto, a proibição do estacionamento impede as entregas de mercadoria.

A proibição limitada de estacionamento (permissão limitada) – *é introduzida com a placa 552 – a extensão do trecho permitido é indicada na placa. A sinalização também é usada para reservar o estacionamento para um usuário ou grupos de veículos em uma via específica e para introduzir o estacionamento pago. Os exemplos para limitar as possibilidades são:*

- estacionamento por tempo limitado;
- estacionamento reservado;
- áreas/espacos de estacionamento limitado;
- taxa de estacionamento.

A sinalização pode ser usada para referir-se a locais com determinadas especificidades. Esta forma de regulação já foi tentada em Estocolmo e em alguns lugares de Oslo, com a proibição do estacionamento nos dias úteis. A finalidade dessa proibição é facilitar a manutenção de inverno.

Posição de parada – em ruas onde o estacionamento é permitido, o veículo é estacionado de várias maneiras. A mais comum, na Noruega, é o estacionamento paralelo ao meio-fio. Estacionamentos na diagonal (45°) também podem ocorrer. Diferentes métodos de alinhamento podem ser indicados por marcações viárias.

Regulamentação de zona de estacionamento – por meio da introdução da placa 376 – zona de estacionamento, até ser revogada pela placa 378 – fim da zona do estacionamento.

Taxa de estacionamento – pode ser usada para regular a demanda por estacionamento por um período mais curto. Ao aumentar a taxa de estacionamento em determinado período, pode-se alcançar a redução do tempo médio do estacionamento (maior rotatividade).

Impacto sobre os acidentes

Os resultados aqui apresentados baseiam-se nos seguintes estudos sobre os impactos nos acidentes de vários tipos de regras de estacionamento:

DeRose, 1966 (EUA, proibição limitada de estacionamento);

LaPlante, 1967 (EUA, proibição limitada de estacionamento);

Madelin e Ford, 1968 (Grã-Bretanha, proibição de estacionamento na via);

Crossette e Allen, 1969 (EUA, proibição de estacionamento na via);

Good e Joubert, 1973 (Austrália, proibição de estacionamento na via);

Cleveland, Huber e Rosenbaum, 1982 (EUA, várias medidas);

Main, 1983 (Canadá, proibição de estacionamento na via);

Westman, 1986 (Suécia, proibição de estacionamento na via);

Blakstad e Giæver, 1989 (Noruega, proibição de estacionamento na via);

Dijkstra, 1990 (Países Baixos, medidas diversas);

McCoy, Ramanujam, Moussavi e Ballard, 1990 (EUA, forma de alinhamento e marcação de estacionamento);

McCoy, McCoy, Haden e Singh, 1991 (EUA, modo de alinhamento) e

Bonneson e McCoy, 1997 (EUA, proibição de estacionamento).

A tabela 3.15.1 resume os impactos da regulamentação de estacionamento sobre os acidentes com base nessas investigações.

Muitos dos estudos nesta área são relativamente fracos em termos de metodologia. Trata-se de estudos antes-depois, simples, em que não se leva em conta uma possível regressão para a média ou tendência de longo prazo nos acidentes. Em muitos casos, tem-se a regulamentação do estacionamento combinada com outras medidas, de modo que o impacto da regulamentação do estacionamento em si torna-se difícil de ser determinada. Vários estudos também não fazem distinção entre os acidentes com feridos e os acidentes com danos materiais.

A introdução da proibição de estacionamento em uma via parece reduzir o número de acidentes em 20 a 25%. As pesquisas, no entanto, dizem apenas que a proibição do estacionamento funcionou nas vias onde ela foi introduzida. Em certa medida, a demanda por estacionamento pode ser transferida para outras vias adjacentes, de modo que deveria ser levado em conta o aumento dos acidentes nessas vias, onde a procura por estacionamento tornou-se maior.

TABELA 3.15.1: IMPACTOS DE DIFERENTES MEDIDAS DE CONTROLE DE PARADA E DE ESTACIONAMENTO SOBRE OS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Proibição de estacionamento na via			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-20	(-26; -14)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-27	(-30; -25)
Transição de estacionamento irrestrito para estacionamento restrito			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-6	(-14; +3)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	+19	(+13; +24)
Retirada de estacionamento com restrições de tempo			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-11	(-17; -4)
Gravidade não especificada	Acidentes em estacionamento	-79	(-87; -66)
Proibição de estacionamento em um lado da via			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	+49	(-15; +159)
Transição do alinhamento em paralelo para o alinhamento em diagonal			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-35	(-42; -27)
Gravidade não especificada	Acidentes em estacionamento	-63	(-70; -54)
Marcações das vagas de estacionamento			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	+51	(+30; +75)
Gravidade não especificada	Acidentes em estacionamento	+128	(+77; +194)

A transição do estacionamento irrestrito para restrito, ou seja, o estacionamento só acontece em pontos sinalizados de acordo com as regras, parece impactar pouco o número de acidentes com feridos. O número de acidentes com danos materiais apresenta um aumento.

A retirada de estacionamento com limite de tempo parece reduzir o número de acidentes, especialmente no caso de acidentes relacionados à manobra de estacionamento. O mesmo aplica-se na alteração da forma de alinhamento, mudando-se de um estacionamento transversal (alinhamento diagonal) para um estacionamento paralelo (paralelo ao meio-fio (0°)). Este último caso pode ser explicado pelo fato de que no estacionamento a 45° o condutor deixa a vaga em marcha ré, enquanto no estacionamento paralelo o condutor costuma sair de frente.

As proibições de estacionamento em um lado da via e as marcações na via parecem aumentar os acidentes. As explicações para isto não são conhecidas. Com relação à proibição em um lado da via, porém, pode-se imaginar que ela aumentará o volume de tráfego que entra e sai dos estacionamentos regulamentados.

Estacionamentos pagos e garagens podem afetar o volume de tráfego no centro e, assim, o número de acidentes. Segundo Young et al. (1990), as mudan-

ças nos padrões de tráfego e cargas em vias locais podem melhorar a segurança viária, caso o aumento da capacidade não seja totalmente esgotado pelo aumento de tráfego.

Impacto na mobilidade

O estacionamento na via é comum nos centros das cidades. Isso pode impedir o acesso de veículos de serviços (transporte público e veículos de emergência), manutenção e limpeza de neve. A proibição do estacionamento na via pode aumentar a mobilidade destas formas de transporte. Pesquisas nos Estados Unidos sugerem que a proibição do estacionamento de rua pode levar a uma velocidade mais elevada (Cross Gillette e Allen, 1969). Foram registrados aumentos do patamar de 30-45 km/h antes da proibição para 40-60 km/h após a proibição.

Impacto no meioambiente

Os problemas ambientais associados aos estacionamentos nos centros das cidades diferem daqueles em bairros mais antigos e em áreas residenciais mais novas. Geralmente as condições que facilitam o estacionamento em determinada área induzem a um

maior fluxo de veículos na área. Isso pode levar a um aumento nos níveis de ruído e de poluição. É concebível que o tráfego de veículos buscando por vagas sofra um aumento quando da reorganização do estacionamento. Isso pode ser evitado por um sistema referenciado de estacionamento. Investigações realizadas logo após serem introduzidas taxas de estacionamento para os cerca de 15.000 quarteirões centrais em Copenhague em 1990 mostrou que a extensão dos estacionamentos foi reduzida em torno de 25%. Isso contribuiu para que o trânsito nas áreas centrais fosse reduzido em cerca de 10% (Hanssen 1996).

Custos

O estacionamento e sua regulamentação implicam custos de sinalização, aplicação, operação e manutenção. As despesas operacionais incluem salários, uniformes, carros e equipamentos de estacionamento (Solberg, 1986a,b). Principalmentenas maiores cidades, onde a demanda por vagas de estacionamento é grande, a receita com estacionamentos pode ser grande.

Avaliações de custo-benefício

Uma análise de custo-benefício da proibição de estacionamentos depende, por exemplo, das premissas adotadas para a definição dos seus possíveis efeitos. Uma possibilidade é que o tráfego associado ao estacionamento cesse completamente. Isso significa um custo na forma da perda de benefício gerado por este trânsito que cessou. Outra possibilidade é que o tráfego associado ao estacionamento seja transferido de uma via onde o estacionamento foi proibido para outras vias próximas. Nesse caso, os acidentes nas vias que receberam o fluxo tendem a aumentar. Além disso, é razoável considerar que a transferência dos locais de estacionamento aumente a distância percorrida para encontrar uma vaga na outra via. Uma terceira possibilidade é que o estacionamento na via seja transferido para um estacionamento subterrâneo, de modo que todo o trânsito associado ao estacionamento será transferido para essa garagem. Vários ajustes também podem ocorrer simultaneamente. É difícil elaborar uma análise de custo-benefício da regulamentação do estacionamento sem conhecer os efeitos sobre os volumes e padrões de tráfego.

Para exemplificar uma relação de custo-benefício, considere que, em 1997 fez-se uma análise

da proibição de estacionamentos em uma via com um VDMA de 3.000 veículos, dos quais 300 eram associados a estacionamento. Supõe-se que a via tenha um índice de acidentes com feridos de 0,7 por milhão de veículos-km; supõe-se que metade já não possa estacionar e, portanto, terá de encontrar estacionamento em outros lugares, buscando vagas por mais 500 metros. Assume-se que os efeitos durem dez anos. Os impactos da proibição de estacionamento estão estimados em cerca de NOK 2,6 milhões em economias com os custos de acidentes, NOK 720.000 em custos adicionais para o tráfego associado ao estacionamento transferido para outras ruas e cerca de NOK 440.000 em perda de benefícios relacionados ao trânsito. O benefício total é estimado em cerca de NOK 1.450.000. O custo econômico do projeto é estimado em NOK 60.000. Os benefícios claramente superam os custos.

Crossette e Allen (1969) apresentam uma análise de custo-benefício da proibição de estacionamento em duas das principais ruas de Yuma, no Arizona, EUA. A utilidade em termos de redução dos custos dos acidentes foi estimada em US\$46 milhões, de forma que o custo para implementar a medida é de US\$ 3.920. Os impactos sobre o meio ambiente não foram incluídos nesta análise de custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para mudar as regras de estacionamento em uma avenida ou em uma rua podem partir de moradores, empresas ou das autoridades viárias.

Requisitos e procedimentos formais

Os critérios para a introdução de sinalização de proibição e controles de parada e estacionamento seguem as normativas relativas à sinalização (Statens vegvesen, Håndbok050, 2009). No nível municipal, é normal que as metas globais de estacionamento sejam de responsabilidade municipal, enquanto que a regulação mais detalhada da oferta de estacionamento encontra-se especificada no zoneamento correspondente. O estacionamento costuma ser incluído como um item no plano de circulação viária, plano de transportes ou plano diretor do município.

Responsabilidade pela execução da medida

Medidas como a introdução do estacionamento pago, estacionamento em zona residencial e aplicação de regras de estacionamento municipal exigem, em princípio, que as decisões partam de órgãos municipais e estaduais. A decisão é seguida por um planejamento detalhado (Fuglum e Granquist, 1980). A sinalização e controle de estacionamento são feitos de acordo com as diretrizes estabelecidas nas normas (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009).

3.16 VIA DE MÃO ÚNICA

O capítulo foi revisado em 2011 por Michael W J Sørensen (TØI)

Problema e finalidades

Via sem áreas mais antigas no meio urbano geralmente não foram projetadas e construídas para suportar o volume de tráfego que existe hoje em dia; elas normalmente são mais estreitas e/ou têm guias com estacionamento. Com tráfego em ambos os sentidos, deve-se manter uma velocidade mais reduzida e frequentemente há a necessidade de frear para dar passagem a outro tráfego, situações em que os pontos de conflito e de decisão de preferencial são muitos. Isto afeta em particular o fluxo de tráfego.

Em áreas residenciais pode haver tráfego de passagem, que tanto pode aumentar o risco de acidentes quanto contribuir para o aumento da insegurança. Para os pedestres, a situação torna-se difícil quando o tráfego vem de várias direções diferentes, especialmente em interseções onde os pedestres normalmente escolhem para atravessar a via. Os ciclistas também podem experimentar situações difíceis de travessia.

A adoção do sentido único de circulação (mão única) em uma via pode ter uma ou mais entre as três finalidades principais, conforme elencadas a seguir; sendo que as duas primeiras delas muitas possuem vezes uma relação direta entre si (Allen, 2006):

1. A adoção da mão única pode contribuir para resolver o problema do excesso de tráfego em vias estreitas.
2. A adoção da mão única pode fazer parte de um plano de recuperação viária que pode ajudar a deslocar o tráfego de passagem de vias residen-

ciais, reconduzindo-o à rede viária principal que tiver sido construída predominantemente para receber esse tráfego. A finalidade é melhorar a segurança, principalmente daqueles usuários viários mais vulneráveis e criar um ambiente residencial mais agradável.

3. A adoção da mão única pode fazer parte de um plano viário para o fluxo mais eficiente e seguro, no qual a malha urbana tem suas vias regulamentadas para a mão única. Em vias de mão única, teoricamente o número de pontos de conflito nas interseções pode diminuir significativamente (Stemley, 1998). Normalmente, vias com duas faixas de tráfego, sendo uma em cada sentido, oferecem 32 pontos de conflito para o tráfego veicular nas interseções sem X. Ao utilizar duas faixas em mão única, o número de pontos de conflito é reduzido para 16. Além disso, simplifica-se a tarefa de travessia dos pedestres, a capacidade viária aumenta e o controle semafórico pode ser otimizado.

Por outro lado, vias de mão única resultam em uma quantidade mais elevada de quilômetros percorridos. O aumento da quilometragem pode ser particularmente um problema para o tráfego de bicicletas, que é mais sensível à distância que o tráfego de automóveis.

Uma malha viária composta por vias de mão única também pode se tornar confusa para os usuários encontrarem seu caminho em comparação com uma malha viária com vias de mão dupla (Stemley, 1998; Walker, Kulash e McHugh, 2003).

Descrição da medida

A adoção da mão única é introduzida com a colocação da placa 526, “Via de mão única”, onde começa o trecho regulamentado para operar em mão única. A placa indica com uma seta o sentido permitido. No extremo oposto é usada a placa 302, “Proibido seguir adiante” (Statens vegvesen, 2009).

A adoção de vias de mão única na Noruega muitas vezes é incluída nos planos de utilização das vias ou de moderação do tráfego (*traffic calming*) (veja o capítulo 3.1), em que várias vias são analisadas em conjunto e a adoção da mão única é combinada com medidas de áreas com limite de velocidade, de redução da velocidade, de proibição de passagem, de fechamento de vias, de regulamentação de estacionamento e de melhoria das vias principais.

Em muitos outros países, esta medida é utilizada para melhorar o fluxo de tráfego. Este é, por exemplo, o caso de muitas cidades americanas.

Não há nenhum panorama nacional sobre a extensão das vias de mão única na Noruega ou sobre as alterações anuais da rede viária.

A adoção da mão única inclui todos os tipos de veículos, mas as bicicletas podem, em determinadas condições, circular também no sentido oposto. Os critérios incluem requisitos de limite e níveis de velocidade, volume e composição do tráfego, largura da via, presença de estacionamento, fluidez e visibilidade nas interseções (Statens vegvesen, 2009). Quando o tráfego de bicicletas é permitido no sentido oposto, as placas 526 e 302 devem ser complementadas com a subplaca 807.6U “Exceto bicicletas”.

Apesar destas orientações, quando a circulação de bicicletas é permitida na contramão da via, varia bastante de local para local a autoridade responsável pelas placas que permitem essa prática entre a polícia ou outra entidade (Samferdselsdepartementet, 2009). A permissão de andar de bicicleta na contramão da via foi introduzida, por exemplo, em Drammen, Sandnes e Trondheim (Bakken 2008); a introdução da medida em Sandefjord estava planejada para 2011 (Sandefjord kommune, 2011), assim como a previsão era de testá-la em vias selecionadas de Oslo entre 2011 e 2013 (Farstad, 2011). Em comparação com muitos outros países europeus, a medida é muito menos utilizada na Noruega (Krag, 2008).

Impacto sobre os acidentes

Adoção de via de mão única

Foram encontradas várias pesquisas mais antigas sobre os impactos da adoção de via de mão única sobre os acidentes. Os resultados aqui apresentados são baseados nas seguintes pesquisas:

Bruce, 1967 (EUA);
Riemersma e Sijmonsma, 1979 (Países Baixos);
Parsonson, Nedmad e Rosenbaum, 1982 (EUA);
Blakstad, 1990 (Noruega);
Hocherman, Hakkert e Bar-Ziv, 1990 (Israel) e
Summersgill e Layfield, 1996 (Grã-Bretanha).

A tabela 3.16.1 fornece as melhores estimativas do impacto da adoção de via de mão única no número de acidentes baseadas nessas pesquisas.

A adoção de via de mão única não parece proporcionar mudanças estatisticamente confiáveis sobre o número de acidentes com feridos. Há uma pequena diminuição no número de acidentes com danos materiais. As possíveis explicações para a pequena ou nenhuma diminuição nos acidentes é que a adoção de via de mão única pode levar ao aumento da velocidade e do volume de tráfego (Walker, Kulash e McHugh, 2003; Baco, 2009). O risco de acidentes pode, portanto, diminuir, ainda que o número absoluto de acidentes aumente. Em média, o tráfego aumentou em 22,3% nas pesquisas antes-depois da implementação da mão única.

Uma rede viária composta de vias de mão única aumenta o número de movimentos de conversão nas interseções em 20 a 60% em relação à rede viária composta de vias de mão dupla. Isso aumenta o risco de conflitos e acidentes entre automóveis e pedestres (Walker, Kulash e McHugh, 2003; Baco, 2009).

Circulação de bicicletas em mão oposta à da via

A literatura sobre a permissão da instalação de ciclo faixas de mão dupla em vias de mão única é relativamente extensa, mas foram realizados poucos estudos com avaliação sistemática e científica dos efeitos da medida sobre a segurança (Haldorsen, 2000; Krag, 2008). Ao mesmo tempo, os estudos são baseados em relativamente poucos acidentes envolvendo bicicletas. Isso significa que em muitos casos os resultados não são estatisticamente confiáveis.

TABELA 3.16.1: IMPACTOS DA ADOÇÃO DE VIA DE MÃO ÚNICA SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. ALTERAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES. FONTE: TØI.

Gravidade do acidente	Alteração porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-1	(-6; +4)
Acidentes com feridos	Acidentes envolvendo pedestres	+1	(-11; +14)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-8	(-12; -5)

O possível impacto de fatores de confusão como alterações no volume de tráfego e tendências no desenvolvimento dos acidentes (tendência de longo prazo) não está incluído nestes estudos. Considerações sobre o efeito da regressão para a média são menos relevantes neste contexto. Em muitos casos, o impacto associado à segurança foi pesquisado usando-se indicadores indiretos para a segurança, tais como o número de conflitos. A quantidade e a qualidade dos estudos demonstram que não é possível resumir os resultados sob a forma de uma meta-análise.

Os estudos e experiências realizados sugerem que a medida como um todo não causa problemas de segurança viária; pelo contrário, melhora a segurança viária. Ao mesmo tempo, parece mais perigoso utilizar a bicicleta no mesmo sentido do fluxo da via que no sentido oposto. Abaixo se apresentam os resultados das pesquisas mais importantes.

Estudos de Haldorsen (2000), Krag (2008) e Pucher, Dill e Handy (2010) concluíram que possivelmente a medida tenha impacto positivo na segurança, especialmente se sua criação e regulamentação forem conduzidas de forma adequada.

A maior e melhor pesquisa sobre a medida vem da Alemanha (Alrutz e outros 2002). Ela engloba 669 vias locais com ambas as análises antes-depois, ou seja, com e sem a medida em estudo. Realizou-se o monitoramento dos acidentes com e sem a medida, ou seja, no período antes e no período depois da implementação. No geral, foram registrados muito poucos acidentes nessas 669 vias. Em 80% delas não foi registrado nenhum acidente envolvendo bicicleta e em apenas 3% das vias houve mais de um acidente envolvendo bicicleta em um período de 3 a 4 anos. A comparação entre as vias regulamentadas com mão única com permissão de mão dupla nas ciclofaixas e as vias locais equivalentes de mão dupla mostrou que as vias de mão dupla têm maior número de acidentes (0,46 acidente por km) que as vias de mão única com permissão de mão dupla para ciclofaixas (0,30 acidente por km). Pesquisas antes-depois mostraram que o número de acidentes diminuiu em aproximadamente um quarto, de 0,31 para 0,23 por km, quando a mão dupla foi permitida nas ciclofaixas. A gravidade dos acidentes envolvendo bicicletas também diminuiu. A análise antes-depois mostrou também que não acontecem mais acidentes envolvendo bicicletas em ciclofaixas na mão oposta se comparadas àquelas que acompanham o sentido da via.

A permissão de mão dupla nas ciclofaixas em vias de mão única em Mainz, na Alemanha, levou à triplificação do tráfego de bicicletas sem nenhum registro de acidente no período posterior (Tebbe, 1994; Haldorsen, 2000).

Em Saarbrücken, na Alemanha, a mão dupla em ciclofaixas foi permitida em cerca de 90 vias de mão única no começo da década de 1990. Depois da mudança, foram registrados apenas três acidentes envolvendo bicicletas. Não há nenhum registro de problemas entre veículos e bicicletas circulando em sentidos opostos (Haldorsen, 2000).

Um estudo alemão mais antigo com uma amostra de 4.500 acidentes envolvendo bicicletas em cinco cidades da Baviera concluiu que é mais seguro pedalar no sentido oposto do que no mesmo sentido da via de mão única (Hülse, 1993). Esta pesquisa foi um documento importante para que a instalação de ciclofaixas no sentido oposto ao da via de mão única fosse formalizada nas normas viárias alemãs (Haldorsen, 2000).

Uma revisão de 165 acidentes envolvendo bicicletas de 2005 a 2007 em seis municípios da região de Bruxelas em 588 km de vias (3.386 trechos retos) mostrou que 16 acidentes (9,7%) ocorreram em 91 km de vias (731 trechos retos) com fluxo de bicicletas no sentido oposto ao permitido na via. Isso significa que essas vias tiveram 0,18 acidente por km e 0,022 acidente por trecho reto, enquanto que toda a rede viária teve 0,28 acidente por km e 0,049 acidente por trecho reto. Entre os acidentes, houve apenas 3 a 8 acidentes que ocorreram entre veículos no sentido contrário.

Uma revisão de 1.136 acidentes envolvendo bicicletas na Antuérpia, Bélgica, entre 2000 e 2008 mostrou que 28 deles (3,1%) aconteceram em vias com ciclofaixas com permissão para circular no sentido oposto ao da mão única. Nessas vias (23,5 km) houve, portanto, 1,2 acidente por km ao longo de um ano. No restante da rede viária (137,5 km) houve 8,1 acidentes por km (Dupriez, 2009).

Uma pesquisa antes-depois da permissão das bicicletas no sentido oposto ao da via de mão única em duas vias em Roskilde mostrou que, no período de 66 meses antes da medida, tinha havido 10 acidentes com bicicleta (0,151 acidente por mês) e que, no período de 36 meses depois, houve 5 acidentes com bicicletas (0,139 acidente por mês). Isso corresponde a uma redução de 8% no número de

acidentes, obtida mesmo tendo havido um aumento no tráfego de bicicletas. O risco de acidente de bicicleta parece, então, ter diminuído. O número total de acidentes foi reduzido em quase 50%, de 0,636 acidente para 0,330 acidente por mês, o que pode estar relacionado ao tráfego menor de veículos (Roskildekommune, 2004).

Uma comparação em Copenhague entre 10 km de vias de mão única onde o fluxo contrário de bicicletas não era permitido e 9 km de ruas de mão única onde era permitido de modo geral não possibilitou que se chegasse à conclusão de que o fluxo de bicicletas no sentido oposto da mão da via na maioria das ruas de Copenhague levaria a mais acidentes de bicicleta (Agerlin e Jensen, 2008).

Uma análise mais antiga em Copenhague dos acidentes de bicicleta em 61 vias de mão única com ciclofaixas de mão dupla mostrou que entre 1991 e 1996 não houve nenhum registro de acidente entre veículos e bicicletas nessas vias (Haldorsen, 2000).

Uma pesquisa em Nakskov mostrou que o número de acidentes com bicicletas no centro, apesar do maior tráfego de bicicletas, permaneceu inalterado depois que foram feitas as marcações de ciclofaixas em ambos os sentidos em vias de mão única. O número de feridos diminuiu (Christiansen e Rasmussen, 1993).

O tráfego de bicicletas foi monitorado por câmeras em seis vias de Bristol, Chichester e Oxford na Grã-Bretanha, onde o fluxo de bicicletas no sentido oposto ao da rua foi permitido. Não houve registro de nenhum conflito grave, nem entre automóveis e bicicletas, nem entre bicicletas e pedestres (Ryley e Davies, 1998; DfT, 1998).

Há várias razões para que a segurança viária pareça melhorar para os ciclistas com a permissão das ciclofaixas de mão dupla em vias de mão única.

- O número de conflitos e acidentes entre ciclistas e automóveis é maior para o ciclista que pedala no sentido da via do que para o ciclista que pedala na contramão, o que pode ser esclarecido pelo fato de que “quatro olhos veem melhor que dois”.
- Acaba havendo um menor fluxo de bicicletas na calçada, o que reduz os conflitos e acidentes entre ciclistas e pedestres na calçada.
- No geral, é mais seguro para os ciclistas pedalar na faixa de rodagem do que na calçada, já que isso reduz o risco de acidentes graves em interseções.

- A medida coloca mais bicicletas nas ruas, o que torna os ciclistas mais visíveis no cenário viário e, portanto, aumenta a atenção dos condutores de automóvel para este grupo de usuários.
- Acaba havendo menos tráfego de automóveis nas ruas.
- O nível de velocidade dos automóveis diminui nas vias estreitas quando há tráfego de bicicletas no sentido oposto à mão única.
- A medida implica um deslocamento do tráfego de bicicletas das vias principais congestionadas para as vias locais, onde o risco de acidente e o grau de gravidade para os usuários vulneráveis são menores.
- As viagens de bicicleta são mais curtas.
- Pode acabar havendo menos acidentes com carros estacionados, se, como parte da medida, for proibido estacionar nas vias.
- A medida parece reduzir o número de acidentes de bicicleta com crianças e jovens.

Há, entretanto, alguns problemas de segurança viária com a medida:

- Os acidentes com bicicletas se concentram nas interseções nas entradas e saídas de vias de mão única. Esses locais representam os maiores desafios à segurança. Alteração na forma da interseções, melhor visibilidade, semáforo e marcações complementares na área de bicicletas e restrições em relação ao estacionamento nas ruas podem minimizar os problemas.
- As curvas podem causar problemas se o fluxo de bicicletas na contramão da corrente estiver no lado interno da curva e a visibilidade for ruim. Isto porque há risco de o automóvel invadir a parte interna das curvas.
- Acaba havendo vários conflitos e acidentes com pedestres que atravessam quando eles não esperam que uma bicicleta possa aparecer na contramão e por isso não prestam atenção a esse sentido.
- A medida exige algumas adaptações e, portanto, pode muito bem haver alguns conflitos logo após sua introdução.
- Os ciclomotores podem representar um problema, provavelmente devido à alta velocidade.

Impacto na mobilidade

Plano de circulação ou plano para fluidez do tráfego: A adoção de via de mão única pode gerar rotas mais longas para os automóveis em 20 a 50%, assim como aumentar a capacidade das vias de 10 a 20%.

A capacidade das interseções também é melhorada (Dorroh e Kochervar, 1996; Stemley, 1998; Walker, Kulash e McHugh, 2003), o que pode levar a um aumento no tráfego. Pesquisas antes-depois nos EUA (Parsonson, Nehmad e Rosenbaum, 1982) indicaram que aumentos de tráfego entre 10 e 30% em vias urbanas principais não são incomuns. A regulamentação da via de mão única também pode aumentar a velocidade (Walker, Kulash e McHugh, 2003). Em pesquisas antes-depois na Grã-Bretanha e nos EUA (Bruce, 1967; Parsonson, Nehmad e Rosenbaum, 1982), foi encontrada redução do tempo de viagem entre 20% e 60%, dependendo da gravidade dos problemas de congestionamento anteriores. Um micro estudo de simulação sobre o efeito da conversão de uma rede viária hipotética de vias de mão dupla para vias de mão única constatou que a rede viária regulamentada para mão única melhora o fluxo de tráfego, uma vez que há menos paradas, menor número de atrasos e maior velocidade média do tráfego (Meng e Thu 2004).

Fluxo de bicicletas no sentido oposto ao da via de mão única: Potenciais rotas mais longas em vias de mão única são especialmente problemáticas para o tráfego de bicicletas, que é mais sensível à distância que os automóveis. A solução deste problema é regulamentar as ciclofaixas de mão dupla em vias de mão única. Isso proporciona uma melhoria significativa na mobilidade para os ciclistas. Antes havia muitas bicicletas irregularmente na contramão em vias de mão única, mas a medida legaliza este comportamento. Ao mesmo tempo, acaba havendo menos ciclistas que pedalam nas calçadas e mais que pedalam na faixa de rolamento, onde eles têm melhor mobilidade. A permissão de pedalar no sentido oposto ao sentido da via de mão única implica frequentemente, de acordo com experiências dinamarquesas e alemãs, uma diminuição da velocidade dos veículos quando há ciclistas se aproximando. Em vias estreitas na Alemanha, a velocidade de aproximação diminuiu 20 km/h. Isso significa um tempo de viagem mais longo para os condutores, embora o aumento seja limitado à presença de ciclistas na via (Christiansen e Rasmussen, 1993; Haldorsen, 2000; Alrutz et al.; Krag, 2008).

Impacto no meio ambiente

Regulamentação de via de mão única como parte de plano de circulação: Caso a medida faça parte de um plano de circulação para uma área maior, a adoção da via de mão única pode implicar menor tráfego e

velocidade mais baixa na área, o que pode reduzir a poluição e o número de residências impactadas pelo excesso de ruído. O ambiente residencial na área também é aprimorado. A medida, contudo, acarreta o aumento de emissões de CO₂ como resultado do aumento da distância percorrida (Kolbenstvedt, Amundsen, Sørensen e Aas, 2011). A avaliação teórica de Sørensen e Mosslemi (2009) concluiu que a adoção de via de mão única como parte de um projeto de circulação aumenta a sensação de segurança entre os usuários vulneráveis da via. Isso é explicado por um cenário de trânsito menos complicado, com menos tráfego e velocidade mais baixa. Em alguns casos, todavia, a velocidade pode aumentar.

Adoção de via de mão única para a fluidez do tráfego: Não foi encontrada nenhuma pesquisa empírica mostrando o quanto a regulamentação da via de mão única (quando a finalidade é simplificar o fluxo de tráfego) atua sobre o meio ambiente. O fluxo de tráfego e a velocidade maiores podem levar a um maior nível de ruído, de poluição e de emissões de CO₂. Por outro lado, um melhor fluxo de tráfego pode reduzir os níveis de ruído e causar menos poluição (Cunneen e O’Toole, 2005). Um estudo de microsimulação concluiu que a adoção devia de mão única em uma rede viária, numa visão global, gera menos poluição e emissões de gases de efeito estufa que uma rede viária formada por vias de mão dupla (Meng e Thu, 2004).

Fluxo de bicicletas no sentido oposto ao sentido da via de mão única – meio ambiente e clima: A permissão do fluxo de bicicletas no sentido oposto ao da via de mão única melhora as condições para os ciclistas: fornece uma rede mais ampla de ciclofaixas; encurta a rota das bicicletas e/ou legaliza o comportamento antes irregular entre os muitos ciclistas de transitar na contramão; e, o benefício simbólico de os ciclistas se sentirem muito mais bem-vindos e priorizados. Isso pode ajudar a fazer com que mais pessoas usem a bicicleta (Haldorsen, 2000; Aas, 2002; Bakken, 2008; Krag, 2008). Se antes esses ciclistas utilizavam automóvel e agora usam a bicicleta, isso terá um efeito positivo sobre o meio ambiente e o clima do local. A cidade de Copenhague estimou que a permissão do fluxo de bicicletas no sentido oposto ao da via pode fornecer um aumento de 20% no tráfego de bicicletas em determinadas rotas e, assim, ajudar a atingir a meta de que 50% do deslocamento da cidade seja feito de bicicleta em 2015 (Agerlin e Jensen, 2008). Contagens de fluxo em Roskilde e Nakskov mostraram que havia mais ciclistas e menos condutores de automóveis nas ruas

depois que a medida foi implementada. Em uma das vias de Roskilde, o tráfego veicular foi reduzido à metade e em outra foi reduzido de cerca de 6.000 automóveis por dia para o tráfego limitado somente para entregas e afins (Christiansen e Rasmussen, 1993; Rasmussen kommune, 2004). A medida também implicou o aumento do tráfego de bicicletas em cidades alemãs. Em Saarbrücken, por exemplo, o uso da bicicleta aumentou e em Mainz, triplicou (Haldorsen, 2000).

Fluxo de bicicletas no sentido oposto ao sentido da via de mão única – segurança e princípios: Ciclistas e diferentes organizações interessadas consideram que esta é, no geral, uma boa medida e que melhora as condições para os ciclistas. A Associação de Ciclistas na Noruega vem trabalhando há muitos anos para obter a permissão para o fluxo de bicicletas no sentido oposto ao sentido da via de mão única. Condutores, motoristas profissionais e pedestres são geralmente menos favoráveis à medida. A polícia, em muitos casos, mas não em todos, também é cética em relação à medida (Haldorsen, 2000; Aas, 2002; Bakken, 2008; Agerlin e Jensen, 2008; Kristiansen, 2008; Pucher, Dill e Handy, 2010). Em relação aos testes com a medida em Oslo, Bjørnskau, Fyhri e Sørensen (2011) realizaram uma pesquisa preliminar com 429 ciclistas, 537 pedestres e 213 motoristas, em que foram perguntados sobre o que achava da medida. A escala de resposta foi de 1 (muito insatisfeito) a 7 (muito satisfeito). Os ciclistas foram os mais favoráveis, com uma média de 5,8. Os pedestres também foram, em média, favoráveis, mas em menor grau que os ciclistas (média de 4,9). Os motoristas tiveram uma média de resposta de 3,9 e, portanto, foram os menos favoráveis. Uma pesquisa em Mainz, Alemanha, mostrou que 77% dos ciclistas e 51% dos moradores eram favoráveis à medida (Haldorsen, 2000). O estabelecimento da permissão do fluxo de bicicletas na contramão em duas ruas de Roskilde, no centro da Dinamarca, não levou a nenhum questionamento sobre a insegurança por parte dos ciclistas. A associação dos ciclistas também apoiou o projeto. Os motoristas de ônibus, no entanto, foram mais críticos em relação à solução (Roskilde kommune, 2004). Em Nakskov, na Dinamarca, a taxa de ciclistas que se sentiram seguros aumentou de 30% para 76% nas vias onde a medida foi introduzida (Christiansen e Rasmussen, 1993). Um levantamento sobre a medida em seis vias de Bristol, Chichester e Oxford na Inglaterra mostrou que quase todos os ciclistas acharam as soluções mais seguras que ter que escolher outras rotas: 79% dos ciclistas se sentiram seguros, 18%

se sentiram um pouco inseguros, e não houve nenhum que tivesse se sentido muito inseguro (Ryley e Davies, 1998; DfT, 1998). A pesquisa de ciclofaixas de mão dupla em vias regulamentadas de mão única em Münster, na Alemanha, mostrou que 60% dos ciclistas se sentiram seguros. Entre os motoristas, entretanto, mais da metade achou que a medida levou a um aumento da insegurança (Haldorsen, 2000; Muskaug, 1994). A permissão do fluxo de bicicletas no sentido oposto ao sentido da via de mão única normalmente faz com que menos ciclistas pedalem nas calçadas (Haldorsen, 2000; Krag, 2008). Na Alemanha, a taxa dos que pedalam na contramão na calçada, por exemplo, é de 20% nas ruas onde a medida foi introduzida e de 60% nas ruas sem a medida (Alrutz et al., 2002). Isso é algo que pode melhorar a sensação de segurança dos pedestres. Como descrito anteriormente, a medida faz com que mais pessoas usem a bicicleta. Mais ciclistas, por sua vez, terão uma maior sensação de segurança, uma vez que a atenção dos condutores aumenta sobre este grupo de usuários.

Custos

Os custos diretos da introdução da regulamentação da via de mão única são pequenos. Eles incluem os custos de planejamento e de sinalização vertical e horizontal. Os impostos podem variar de lugar para lugar. O mínimo exigido é a colocação da placa 526, “Via de mão única”, e da placa 302, “Proibido seguir em frente”. O custo por placa é entre NOK 2.000 e NOK 4.000. O respeito à regra de via de mão única é maior que o respeito a muitas outras regras de trânsito (Daas, 1980). Algumas operações de controle provavelmente ainda são necessárias.

Os custos da introdução da permissão do fluxo de bicicletas no sentido oposto ao sentido da via de mão única variam, dependendo de diferentes condições. Em vias de mão única com baixo nível de velocidade, pouco volume de tráfego e condições físicas que assim o permitam, o fluxo de bicicletas em mão dupla pode ser permitido com a colocação de placas e sem grandes mudanças físicas. Em vias com mais trânsito, nível de velocidade mais elevado, permissão de estacionamento, permissão de entrega de mercadorias e muitos cruzamentos, a medida deve, além da colocação de placas, envolver marcação da ciclofaixa ou construção de ciclovias (Haldorsen, 2000; DfT, 1998; CTC, 2011). A marcação de ciclofaixa custa cerca de NOK 1.000 por metro e a construção de ciclovias, NOK 6.000 a 10.000 por metro.

As interseções requerem maiores projetos de segurança e, por isso, pode ser necessário um grau menor ou maior de reconstrução das mesmas. Um controlador semafórico em interseções, por exemplo, custa em média NOK 1,4 milhão a 2,4 milhões e a expansão da calçada entre NOK 100.000 e 200.000. Podem também ser necessárias outras mudanças físicas na via referentes à entrega de mercadorias e estacionamento.

Um exemplo concreto de projeto é o de Copenhague. Eles esperam ser capazes de estabelecer ciclovias na contramão em três vias e fazer alterações em mais 10 pontos em outras ruas por NOK 700.000 (Carlsen, 2011).

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontrados exemplos de análises de custo-benefício da adoção da via de mão única válidas para as condições norueguesas. Um exemplo de cálculo de 1997 pode esclarecer o valor de custo-benefício. Supõe-se que duas vias coletoras de uma cidade sejam convertidas para mão única. Supõe-se que cada uma das vias tenha um VDMA de 1.500 veículos e risco de acidente de 0,6 acidente com vítimas por milhão de veículos-km. Supõe-se que o número de quilômetros rodados nas duas vias aumente em 20% e que o risco reduza em 20%. Supõe-se que a velocidade aumente de 30 para 35km/h. Supõe-se, também, que cada via tenha 1km de comprimento. A vida útil da medida é calculada em 10 anos.

Sob estas suposições, os custos economizados em acidentes evitados foram de cerca de NOK 450.000. O custo do tempo economizado foi de cerca de NOK 2,2 milhões. Os custos do aumento de despesas operacionais foram de cerca de NOK 690.000. O benefício foi de cerca de NOK 1,96 milhão. Supõe-se que o custo da medida seja cerca de NOK 60.000 (correspondente à colocação de aproximadamente 25 placas de trânsito –12,5 por km de via). O benefício é claramente maior que os custos.

Isso não significa, necessariamente, que seja razoável adotar vias com mão única em um grau significativamente maior do que o que se faz hoje em dia. Muitas vias devem ter a possibilidade de acesso em ambos os sentidos para realizarem sua função no transporte. Para a adoção de via de mão única, devem sempre ser vistas as condições de tráfego das demais vias próximas, que também podem ser atingidas por esta regulamentação.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa da adoção de via de mão única pode ser tomada pelo município ou pelas autoridades viárias, muitas vezes como parte dos planos de uso das vias envolvendo a realocação do tráfego em uma área maior.

Requisitos e procedimentos formais

Os critérios normativos e requisitos técnicos para a sinalização vertical e horizontal estão discriminados na Regulamentação de vias de mão única (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009). Fora isso, não há nenhum critério formal para o uso da medida.

Responsabilidade pela execução da medida

Os impostos da regulamentação da via de mão única são cobertos pelo governo federal para as vias nacionais, pelo estado para as vias estaduais e pelo município para as vias municipais.

3.17 FAIXA REVERSÍVEL

O capítulo foi revisado em 2008 por Michael W J Sørensen (TØI)

Problema e finalidades

O volume de tráfego na via principal e nas rodovias que servem as grandes cidades ou que as circulam varia consideravelmente ao longo do dia. Na parte da manhã muitas vezes há tráfego intenso em direção à cidade, mas pouco tráfego de saída da cidade. No período da tarde, é o inverso. A distribuição desigual do tráfego na hora de pico cria problemas de capacidade nas principais vias urbanas e rodovias. Diante da possibilidade de congestionamentos, é possível que alguns condutores optem por utilizar a malha viária local ou secundária e, neste caso, os congestionamentos podem levar alguns condutores a realizar ultrapassagens ou mudanças de faixas perigosas.

Nem sempre é possível ou economicamente viável aumentar a capacidade da malha viária de forma a acomodar os maiores picos de tráfego para que pos-

sam fluir e evitar congestionamentos. Uma alternativa para aumentar a capacidade, ao invés de construir mais faixas de rodagem, é transformar uma ou mais faixas de rodagem já existentes em reversíveis. Uma faixa reversível é projetada para servir o tráfego em ambas as direções, dependendo do sentido em que o volume de tráfego esteja maior. Em um momento determinado, a faixa está aberta para o tráfego em um sentido apenas, como, por exemplo, no período da manhã em direção à cidade e para sair da cidade no período da tarde. O sentido permitido é indicado por meio de semáforos luminosos. A luz verde é acionada para mostrar o sentido permitido ao tráfego, e a luz vermelha é acionada para o sentido oposto.

Há diferentes opiniões e experiências sobre o efeito da segurança da faixa reversível. Por um lado, a faixa reversível é considerada prejudicial à segurança do tráfego. As inúmeras razões estão apresentadas abaixo (Ragnøy & Eikanger, 1983; The California Department of Transportation, 1989; Blakstad, 1990; Markov, Royer & Dorroh, 1995; Bretherton & Elhaj, 1996; Wolshon & Lambert, 2006):

- Os condutores que não estão familiarizados com a faixa reversível podem se confundir com os sinais alternativos e marcas rodoviárias, e o risco de confundir as faixas é elevado.
- O aumento da capacidade pode trazer mais tráfego, o que poderia significar mais acidentes no trecho da via.
- A finalidade da faixa reversível é melhorar o fluxo do tráfego e aumentar a velocidade média no trecho. Isso pode aumentar a gravidade do acidente.
- Se uma faixa reversível for estabelecida em uma via já existente pela transformação da faixa do sentido oposto na parte central, isso pode aumentar o risco de colisões graves.
- A faixa extra significa que os condutores devem prever uma via mais larga e com isso podem ter problemas para se deslocar de um lado da via para o outro em direção às saídas.
- As conversões à esquerda na via principal são perigosas. Pode ocorrer a conversão à esquerda na via principal à frente do tráfego no sentido da faixa reversível. Ao realizar a conversão à esquerda na via principal à frente, contra o tráfego oposto, haverá as faixas adicionais que deverão ser cruzadas em número maior do que o normal. Podem ocorrer colisões traseiras próximas à conversão à esquerda quando os condutores não estiverem cientes de que a conversão à esquerda é proibida sobre a faixa reversível.

- Há a possibilidade de colisões durante a transição entre um sentido para o sentido oposto, se o trecho de transição não for suficientemente longo.

Por outro lado, há também vários argumentos de que a implantação da medida de faixa reversível tenha um efeito positivo, ou pelo menos um efeito não negativo sobre a segurança do tráfego (Ragnøy & Eikanger, 1983; Blakstad, 1990; Markov, Royer & Dorroh, 1995; Bretherton & Elhaj, 1996; Wolshon & Lambert, 2006):

- A faixa reversível pode melhorar o fluxo de tráfego escoando o tráfego congestionado das vias locais para vias mais seguras ou outros sistemas viários.
- Muitos condutores da rede viária principal nas áreas urbanas trafegam na via diariamente e rapidamente se familiarizam com as faixas reversíveis e o sentido que devem seguir. Quando há muito tráfego, há também uma tendência de seguir o veículo da frente e, assim, ser direcionado à faixa correta. Diante de um potencial aumento do índice de acidentes, ao se introduzir a medida de faixa reversível, pode-se obter uma diminuição do número de acidentes.

No geral, portanto, não é imediatamente óbvio que uma faixa reversível resulte num impacto negativo ou positivo sobre a segurança do tráfego.

Descrição da medida

A faixa reversível é uma medida de controle de tráfego. O controle do tráfego inclui regulamentação, separação de faixas para tipos especiais de veículos e pedágios que funcionam como medidas para redirecionar, regulamentar e orientar o tráfego, visando, por exemplo, uma otimização em vias com distribuição desigual nos diferentes sentidos de tráfego (Obenberger, 2004).

A faixa reversível pode ser estabelecida junto à construção de um novo trecho de via, sendo, no entanto, normalmente realizada em vias já existentes, quando o aumento do volume tráfego indicar que a via está com a capacidade reduzida de manhã e à tarde, nas horas de pico.

Faixas reversíveis podem ser introduzidas diante da má fluidez do tráfego nas horas de pico e também pode ser estabelecida diante da necessidade de escoamento do tráfego durante ocasiões especiais

como grandes eventos esportivos ou musicais. Essa medida também pode ser estabelecida em conexão com vias com número reduzido de faixas. Finalmente, desde o final da década de 1990 a faixa reversível também foi introduzida para a evacuação em casos extremos, como, por exemplo, erupções vulcânicas e terremotos e nos últimos anos também tem sido considerada uma medida que pode ser usada para a evacuação em caso de atos terroristas. Uma revisão dos 45 sistemas viários norte-americanos existentes e extintos com faixa reversível mostra que 35% dos sistemas existentes são estabelecidos para reduzir o congestionamento do tráfego nas horas de pico, 23% são usados em ocasiões especiais e 21% são construídos para fins de evacuação, enquanto que 13% são usados durante obras rodoviárias. A evacuação é o argumento mais frequente que as autoridades rodoviárias norte-americanas ponderam sobre a futura implantação da faixa reversível (Wolshon & Lambert, 2004, 2006, 2006a).

A faixa reversível é mais utilizada em rodovias, onde o volume de tráfego é maior e não há cruzamentos regulamentados. A medida também é usada na rede viária principal. Finalmente, utiliza-se a medida em pontes e túneis existentes, onde é difícil e caro expandir o número de faixas.

Nos EUA várias autoridades listaram os critérios ou recomendações sobre quando a faixa reversível pode ou deve ser estabelecida em vias já existentes. Os critérios podem ser resumidos como prioritários quando (Wolshon & Lambert 2004):

- O congestionamento é previsível, recorrente e periódico.
- O sentido de distribuição do tráfego é de ao menos 2:1 e preferencialmente 3:1 quando houver a faixa reversível.
- A velocidade média na hora de pico é ao menos 25% menor que a velocidade média fora da hora de pico.
- Não há medidas alternativas relevantes como o uso ou expansão de rotas paralelas adjacentes ou expansão de mais faixas nas vias existentes. Esta última é particularmente relevante para as vias em áreas urbanas, onde não há espaço reservado para a expansão, ou em pontes e nos túneis, cuja expansão é muito cara e talvez impossível.
- A faixa reversível deve ser concebida com capacidade de acessos e saída suficiente, de fácil transição de um sentido para o outro, a fim de evitar estrangulamentos e outros problemas de trânsito, além do congestionamento existente. Durante a

mudança de sentido, a faixa se torna reversível e, nesse momento, é fechada para qualquer tráfego em período longo o suficiente, até que seja esvaziada.

- A faixa reversível pode ser usada em vias com três ou mais faixas.

Idealmente a faixa reversível será estabelecida para servir à distribuição de um sentido do trânsito. Em uma via com seis faixas de rodagem, portanto, devem ser oferecidas quatro faixas em um sentido e duas faixas na outra direção, se o sentido de distribuição for de 2:1. Em vias com três faixas, é normal que a faixa central seja reversível, de modo que a via tenha duas faixas de rodagem para a cidade no período da manhã e duas faixas de rodagem saindo da cidade no período da tarde. Em baixo volume de tráfego, a faixa reversível pode ser tanto fechada em ambas as direções como aberta em uma direção. Ao enfrentar-se uma evacuação, normalmente todas as faixas ficam abertas, direcionando o tráfego para fora da área a ser evacuada.

O sentido permitido da faixa reversível é indicado por meio de sinais ao longo da via e mediante sinais suspensos acima da via. Uma luz verde ou uma seta mostram o sentido permitido e uma luz vermelha ou uma faixa de proibição indicam a faixa por onde circula o tráfego no sentido oposto. O sentido também pode ser especificada com as marcações na via ou barreiras móveis. Em zonas de obras normalmente utilizam-se elementos removíveis. As faixas reversíveis devem ser separadas e sinalizadas para evitar um aumento no número de acidentes.

O uso da faixa reversível tem uma tradição de mais de 75 anos nos Estados Unidos, sendo que a medida é cada vez mais aplicável por força do aumento contínuo do tráfego (Wolshon & Lambert, 2004). Na Inglaterra há também vários sistemas viários reversíveis (McKenna & King, 1987). A faixa reversível é utilizada na Noruega, embora tenha sido mais utilizada em Oslo, Bergen, Trondheim e Bodø (Ragnøy & Eikanger, 1983; Kirste 1989).

Impacto sobre os acidentes

Embora o uso da faixa reversível tenha uma longa história e atualmente existam relativamente muitos sistemas viários reversíveis ativos em todo o mundo, principalmente nos EUA, somente alguns dos estudos concluíram uma avaliação quantitativa de sua importância tanto para a segurança viária quanto

para a mobilidade e o meio ambiente (Wolshon & Lambert, 2004).

O impacto da faixa reversível sobre o número de acidentes foi apenas investigado na Noruega (Ragnøy & Eikanger, 1983; Kirste, 1989) e nos EUA (DeRose, 1966; Upchurch, 1975; Agent & Clark, 1982; Bretherton & Elhaj, 1996). Com base nestes estudos, estima-se o efeito sobre os acidentes onde há o estabelecimento de uma faixa reversível, conforme resumo da tabela 3.17.1.

O estabelecimento da faixa reversível não levou a mudanças significativas no número de acidentes, mas sim a uma tendência de aumento do número de acidentes.

Os resultados noruegueses propõem o estabelecimento de uma faixa reversível em uma rodovia de três faixas. As rodovias ou já tinham duas faixas e foram estendidas para três faixas ou tinham três faixas onde duas eram faixas permanentes para uma direção. Os resultados norte-americanos referem-se ao estabelecimento de uma ou duas faixas reversíveis em uma pista de cinco ou seis faixas onde antes eram de duas ou três faixas permanentes para cada direção.

A presente pesquisa se aplica apenas aos impactos nas vias que já tinham faixas reversíveis. Uma eventual migração de tráfego de outra via como resultado da melhoria da capacidade não foi estudada. As pesquisas focaram somente na faixa reversível para a melhoria do escoamento de tráfego na hora de pico e na faixa não reversível para eventos especiais, para evacuação ou para obras na via.

Impacto na mobilidade

A faixa reversível é principalmente uma medida para melhorar a mobilidade. As pesquisas (DeRose, 1966; Upchurch, 1975; Agent & Clark, 1982; Ragnøy & Eikanger, 1983; Wolshon & Lambert, 2004) mostram que a faixa reversível (1) melhora o fluxo de tráfego na direção em que se aumentou

o número de faixas disponíveis; (2) não resulta em aumento de volume de tráfego, mas em 3 a 7% a mais de congestionamento, e (3) diminui o tempo de viagem em ambas as direções. Para o tráfego na direção em que se aumentou a capacidade com a faixa reversível, tem-se um aumento na velocidade média e uma diminuição do tempo viagem de 16 a 40%. Para o tráfego no sentido oposto, o tempo de viagem aumentará proporcionalmente. No geral, ainda há redução de tempo, uma vez que o volume de tráfego é geralmente maior no sentido em que se aumentou a capacidade com a implementação da faixa reversível.

Uma medida possível para melhorar a segurança das faixas reversíveis é fechar uma faixa de circulação entre a faixa reversível e as faixas em sentido oposto ao sentido de circulação da faixa reversível. Este ato só é possível em vias com muitas faixas. Em uma via com seis faixas, por exemplo, podem-se abrir quatro faixas em uma direção e somente uma faixa no sentido oposto, deixando uma faixa sem utilização entre ambos os sentidos opostos de circulação. Obviamente, reduz-se a capacidade total da via e podem surgir congestionamentos no sentido com menos faixas de circulação abertas. Para evitar este problema, as barreiras móveis são usadas de vez em quando (Departamento de Transporte da Califórnia, 1989). Outro problema é que é raro que a capacidade de escoamento da faixa reversível seja plenamente explorada. Um exame da distribuição de tráfego em um trecho de quatro faixas em um sentido mostra que a faixa reversível próxima ao tráfego em sentido oposto é utilizada por apenas 12% do tráfego em horário de pico, uma vez que os usuários evitam uma situação de risco, dirigindo próximo à faixa de fluxo contrário, sem barreira de divisão (Cather & Salazar, 1996; Wolshon & Lambert, 2004).

Nos EUA recomenda-se, para vias com mais de 4 faixas, que, diante da diminuição da mobilidade, ao menos duas faixas estejam abertas para o tráfego em cada direção. Com isso, o fluxo de tráfego na faixa de sentido menos congestionado pode sofrer com tráfego lento de veículos.

TABELA 3.17.1: IMPACTOS DA FAIXA REVERSÍVEL NO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	+18	(-16; +66)
Não especificado	Acidentes em horário de pico	+15	(-3; +37)
Não especificado	Todos os acidentes	+4	(-5; +13)

Para cada medida haverá um efeito positivo sobre a capacidade de deslocamento, o que é fundamental para que o acesso à faixa reversível e a saída dela sejam projetados de modo que não se tornem pontos de estrangulamento. É igualmente importante que o trecho de transição de um sentido para o sentido oposto seja o mais curto possível.

O impacto no meio ambiente

Com base nos conhecimentos sobre a relação entre a qualidade do tráfego e as emissões de poluentes, estima-se (Agente e Clark, 1982) que os poluentes do ar sejam significativamente reduzidos com a faixa reversível. Para os ruídos não foi encontrada nenhuma alteração.

Custos

Não há números dos custos noruegueses atuais para o estabelecimento de uma faixa reversível. Os custos dependem, entre outros fatores, da extensão do trecho e se a via já tem um número suficiente de faixas antes da implantação da faixa reversível ou, em caso contrário, se é preciso construir uma nova faixa. Partindo do princípio de que os custos são similares àqueles decorrentes da reconstrução das vias para se atingir o mesmo padrão viário, o custo será em torno de NOK 3 a 5 milhões por quilômetro de via. Além disso, devem-se adicionar os custos operacionais e de manutenção anuais.

Avaliações de custo-benefício

Uma análise norte-americana do custo-benefício (American Agent & Clark, 1982) concluiu que a relação custo-benefício era de cerca de 7. A análise mostrou que o ganho de tempo anual podia ser ava-

liado em 329.000 dólares; o aumento anual do custo dos acidentes foi de 9.350 dólares, e os custos anuais financeiros e operacionais foram de 43.250 dólares.

Para demonstrar os possíveis efeitos das faixas reversíveis, foi elaborado um exemplo de cálculo para a instalação desta medida na Noruega. Partiu-se da hipótese da construção de 1 quilômetro de extensão de faixa reversível em uma via com um volume de tráfego de 40 mil veículos por dia e 0,108 ferido por milhão de veículos-km. Considera-se que o custo de investimento desta faixa seja de NOK 3 milhões; também estimou-se que os custos de manutenção anuais sejam de NOK 30.000. Considera-se que a faixa será usada somente nos horários de pico e que terá uma vida útil de 15 anos. Estima-se o congestionamento proporcional como sendo de 25% em relação ao tráfego atual. O custo-benefício é calculado sob diversas premissas em relação ao impacto sobre a velocidade e o impacto sobre os acidentes. Sobre a velocidade na hora de pico, é esperado um aumento de 30 a 50 km/h ou de 40 a 60 km/h. A melhora da mobilidade no horário de pico reduz os custos operacionais dos veículos em NOK 0,30 por veículo-km e dos custos ambientais em NOK 0,10 por veículo-km. Considera-se que o número de acidentes na hora do pico aumente em de 0,5 ou 15%. Os resultados estão resumidos na tabela 3.17.2. Os benefícios excedem os custos. O aumento do número de acidentes tem pouco efeito sobre o custo-benefício. Presume-se que o custo-benefício seja mais dependente do tempo de viagem.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Geralmente é a autoridade viária que toma a iniciativa de estabelecer uma faixa reversível permanente. Isso melhora o fluxo de tráfego nas principais vias com tráfego intenso.

TABELA 3.17.2: A ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA FAIXA REVERSÍVEL (NOK MILHÕES: 2005).

Volume de tráfego (VDMA)	Custos por km de faixa reversível (valores presentes)	Alteração do número de acidentes	Economia dos custos dos acidentes	Aumento da velocidade (km/h)	Economia de tempo	Economia dos custos operacionais dos veículos	Economia dos custos ambientais	Relação custo-benefício
40.000	9,96	0%	0,0	30 a 50	81,0	11,8	3,9	9,71
40.000	9,96	+5%	-0,6	30 a 50	81,0	11,8	3,9	9,66
40.000	9,96	+15%	-1,7	30 a 50	81,0	11,8	3,9	9,54
40.000	9,96	0%	0,0	40 a 60	50,6	11,8	3,9	6,66
40.000	9,96	+5%	-0,6	40 a 60	50,6	11,8	3,9	6,60
40.000	9,96	+15%	-1,7	40 a 60	50,6	11,8	3,9	6,49

Requisitos e procedimentos formais

Não há critérios formais para a utilização da faixa reversível, mas as normas de sinalização (Håndbok 048, Semáforos, estradas estaduais, 2007) contêm os requisitos para a localização do semáforo, sinalização, marcações e orientações em geral. Ao planejar-se a faixa reversível, devem ser realizadas contagens e registros de tráfego para determinar o número de faixas e a hora do dia em que as faixas mudarão para faixa reversível. A administração viária decide sobre a introdução da faixa reversível. A polícia, o município e outras partes interessadas devem ter a oportunidade de comentar com antecedência.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades sobre a via são responsáveis pela execução das decisões sobre o estabelecimento da faixa reversível. Os custos são cobertos pela rodovia estadual, distrital, para o município, e pelo conselho das vias municipais.

3.18 FAIXAS EXCLUSIVAS PARA O TRANSPORTE COLETIVO, FAIXAS PARA VEÍCULOS COM ALTA OCUPAÇÃO E FAIXAS COM RESTRIÇÕES DE CIRCULAÇÃO PARA VEÍCULOS PESADOS

O capítulo foi revisado em 2010 por Alena Høyev (TØI)

Problema e finalidades

Ônibus e bondes se envolvem mais frequentemente em acidentes em que um maior número de usuários se fere em comparação aos demais tipos de veículos. A tabela 3.18.1 mostra os índices de danos divididos entre condutores e passageiros de um lado e, do outro lado, os demais usuários de outros veículos de passeio, ônibus e bondes.

Estes números mostram que as lesões em acidentes em que ônibus ou bondes estão envolvidos são distribuídas de forma diferente entre as pessoas dentro do veículo e outros usuários viários, principalmente se comparado aos veículos de passeio. Tanto para ônibus quanto para bondes, o número de danos sofridos por outros usuários é aproximadamente o mesmo que em relação ao condutor e aos passageiros. Para veículos de passeio, o número de danos sofridos por outros usuários é somente cerca de 1/4 do número de danos sofridos por condutores e passageiros. Isso se deve provavelmente ao fato de a probabilidade de dois veículos de passeio estarem envolvidos em uma colisão ser maior que a probabilidade de um ônibus ou bonde envolverem-se em um acidente com outro ônibus ou bonde. O número total de envolvidos em acidentes também é maior para os acidentes com veículos de passeio do que em acidentes com ônibus ou bondes, o que pode ser explicado pelo fato de que há significativamente mais tráfego de veículos de passeio do que de ônibus e bondes.

As diferenças ficam ainda mais claras quanto ao risco de ferir outros usuários para os diferentes meios de transporte, calculado pela taxa de ferimentos por milhão de veículo-km. Baseado em índices noruegueses de danos de 1993 a 1997, o número de ferimentos sem relação a outros usuários por milhão de veículos-km foi calculado em 0,23 para veículos de passeio, 0,87 para ônibus e 11,57 para bondes. Os ônibus têm um risco em torno de quatro vezes mais alto de causar ferimentos aos demais usuários do que os veículos de passeio por veículos-km; os bondes têm um risco aproximadamente 50 vezes mais alto que os veículos de passeio.

Ônibus e bondes rodam mais em tráfego urbano que veículos de passeio, que é muito denso e complexo. Isso ajuda a explicar o alto risco de causar ferimentos aos outros. Ambos ônibus e bondes são também veículos pesados e têm características de manobra e de frenagem piores que as dos veículos de passeio. Vários estudos mostraram que o risco de

TABELA 3.18.1: DISTRIBUIÇÃO DOS DANOS ENTRE AS DIFERENTES PARTES ENVOLVIDAS NOS ACIDENTES DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO (MÉDIA ANUAL, 2001-2008).

	Número de acidentes	Condutores/ passageiros		Outros usuários		Todos os usuários	
		Número	Por acidente	Número	Por acidente	Número	Por acidente
Veículos de passeio	6.674	12.716	1,91	3.050	0,46	15.765	2,36
Ônibus	218	358	1,64	280	1,28	638	2,92
Bondes	23	24	1,08	30	1,34	55	2,43

acidentes é mais alto em tráfego misto, com veículos pesados e leves, do que em um tráfego homogêneo, apenas com veículos de passeio (Burke, 2005; Forckenbrock, Hanley, 2003; Middleton & L, 2005). Hiselius (2004) e Moses, Price & Kobelo (2007), ao contrário, mostraram que um maior percentual de veículos pesados reduz o risco de acidentes.

No tráfego misto entre veículos de passeio e ônibus podem surgir, especialmente na hora pico, grandes atrasos. O objetivo das faixas exclusivas para o transporte coletivo e das faixas para veículos com alta ocupação é principalmente aumentar a mobilidade para os meios de transporte coletivos e, assim, reduzir o tempo de viagem para o máximo de pessoas possível. O tempo de viagem reduzido deve ser um incentivo para que os condutores de automóvel aumentem a taxa de ocupação de seus veículos ou usem o transporte coletivo e, assim, possibilita-se a redução do número total de veículos-km percorridos. Separando-se o tráfego de ônibus e bondes do tráfego de veículos de passeio por meio da faixa exclusiva para o transporte coletivo, em alguns casos, o risco de acidente diminui; esta, entretanto, não é a finalidade principal.

O trânsito de veículos pesados tende a ser mais lento que o trânsito de veículos de passeio em vias, o que acaba por impactar na velocidade dos veículos de passeio também, que, sem a presença dos veículos pesados, poderiam trafegar mais rápido. Em congestionamentos, veículos pesados causam muitas emissões. Separar o tráfego pesado do de veículos de passeio tem tanto a finalidade de aumentar a mobilidade para ambos os grupos de veículos quanto de reduzir os congestionamentos e emissões, especialmente dos veículos pesados em filas.

Faixas exclusivas para o transporte coletivo, faixas para veículos com alta ocupação e faixas com restrições de circulação para veículos pesados devem separar ônibus, bondes e veículos pesados do restante do tráfego e, dessa forma, aumentar a mobilidade e reduzir o número de acidentes.

Descrição da medida

Este capítulo trata das seguintes medidas:

- faixas exclusivas para o transporte coletivo e para veículos com alta ocupação;
- faixas para veículos com alta ocupação e tarifação viária;

- faixa reservada; e
- faixas com restrições de circulação para veículos pesados.

Faixas exclusivas para o transporte público e faixas para veículos com alta ocupação: são faixas de rolamento reservadas para ônibus e táxis. Faixas para veículos com alta ocupação são reservadas para ônibus, táxis e veículos de passeio com um ou mais passageiros, durante todo o dia ou apenas nas horas de pico. Faixas exclusivas para o transporte coletivo e faixas para veículos com alta ocupação foram estabelecidas via de regra em rodovias (principalmente nos EUA) ou em outras vias principais muito carregadas.

As faixas podem ter sido previamente faixas convencionais que foram convertidas em exclusivas para o transporte coletivo ou faixas para veículos com alta ocupação, ou trata-se de novas faixas que são adicionadas às já existentes. Faixas exclusivas para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação são relativamente bastante utilizadas nos EUA. Enquanto a faixa exclusiva para o transporte coletivo é bastante comum na Noruega, nos EUA são mais utilizadas as chamadas *high-occupancy-vehicle lanes* (*HOV lanes*), ou seja, faixas para veículos com alta ocupação. As faixas de uso misto são geralmente estabelecidas ao lado da faixa mais interna da via (caso A na figura 3.18.1) ou na divisão central. Isso faz com que o veículo utilizando a faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação tenha que cruzar todas as outras faixas. Faixas exclusivas para o transporte público ou para veículos com alta ocupação também podem ser estabelecidas na parte mais externa da pista (caso B na figura 3.18.1), de forma que o tráfego misto deverá cruzar a faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação para entrar ou sair da via. Em interseções, a faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação pode geralmente ser utilizada por outros tipos de veículos como faixa de conversão à direita. Também há casos em que a faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação tem seu próprio acesso ou passagem para evitar filas devido ao controle de acessos. Nos EUA, a faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação pode ser estabelecida no contrafluxo, ou seja, no lado “errado” da divisão central (caso C na figura 3.18.1).

Nos EUA, diferencia-se entre dois tipos de faixas exclusivas para o transporte público ou para veícu-

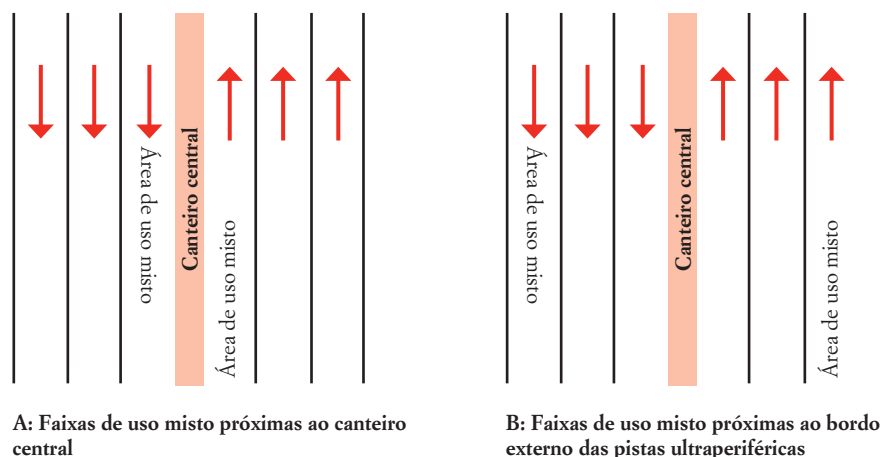


Figura 3.18.1: Localização da faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação.

los com alta ocupação. O primeiro são as faixas com acesso limitado (*limited access lanes*), em que a faixa é marcada com linha dupla contínua, ou fisicamente separada das faixas convencionais, e onde a transição para a faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação somente é possível em trechos especialmente sinalizados ou adaptados. O segundo tipo são as faixas com acesso geral (*continuous access lanes*), em que a faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação é sinalizada com linha tracejada, sem delimitação de onde é possível ou não o acesso dos veículos provenientes da faixa de tráfego misto (Boriboonsomsin & Barth, 2008). A faixa exclusiva para o transporte público ou para veículos com alta ocupação pode ser projetada como faixa reversível, ou seja, o sentido pode ser invertido segundo a necessidade (geralmente entre os picos da manhã e da tarde).

Faixas para veículos com alta ocupação e tarifaçãoviária: a faixa para veículos com alta ocupação, além de ser usada por ônibus, táxis e veículos de passeio com passageiros, pode ser utilizada por veículos sem passageiros mediante o pagamento de um imposto. Essas faixas podem ser utilizadas quando há pouco tráfego na faixa para veículos com alta ocupação e quando há problemas de capacidade nas outras faixas. Ao se permitir o uso da faixa para veículos com alta ocupação mediante pagamento de uma taxa, permite-se que sua capacidade seja mais bem aproveitada, mantendo-se, ao mesmo tempo, o incentivo para que os automóveis de passeio rodem com mais pessoas (ou que se use o transporte coletivo) (Rodier & Johnston, 1999). Esta medida e seus impactos sobre os acidentes são descritos no capítulo 10.10.

Faixa reservada: é uma via reservada para o transporte público durante certo horário do dia.

Faixa com restrições de circulação para veículos pesados: para vias com um grande percentual de veículos pesados existem diversas medidas possíveis para reduzir os problemas de congestionamento e conflitos entre veículos pesados e leves, permitindo que uma ou mais faixas possam ser reservadas para veículos leves ou que uma ou mais faixas possam ser reservadas para veículos pesados (Burke, 2005; Rodier & Johnston, 1999).

Impacto sobre os acidentes

Faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação

As seguintes pesquisas incluem seus impactos quanto ao número de acidentes:

LaPlante, 1967 (EUA; faixa coletiva);
 Miller, Deusar, Wattleworth & Wallace, 1979 (EUA, faixa de uso comum, faixa coletiva);
 Christiansen, Miler, Cunagin, Bissell & Rosenbaum, 1982 (EUA; faixa de uso comum, faixa coletiva);
 LaPlante & Harrington, 1984 (EUA; faixa coletiva);
 Amundsen, 1986 (Noruega; faixa coletiva);
 Devenport, 1987 (Grã-Bretanha; faixa coletiva);
 Golob, Recker & Levine, 1989 (EUA; faixa de uso comum);
 Henry & Mehyar, 1989 (EUA; faixa de uso comum);
 Nygaard, 1989 (Noruega; faixa coletiva);
 Sullivan & Devadoss, 1993 (EUA; faixa de uso comum);

Sagberg & Sætermo, 1997 (Noruega; faixa coletiva);
 Bauer, Harwood, Richard & Hughes, 2004 (EUA; faixa de uso comum);
 Cothron, Ranft, Walters, Fenno & Lord, 2004 (EUA; faixa de uso comum);
 Lee, Dittberner & Sripathi, 2007 (EUA; faixa de uso comum);
 Jang, Chung, Ragland & Chan, 2008a (EUA; faixa de uso comum) e
 Kobelo, V. & Mussa, 2008 (EUA; faixa de uso comum).

Os resultados estão reunidos na tabela 3.18.2.

O estabelecimento de faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação parece levar a um aumento do índice de acidentes. O aumento parece ser algo maior para a faixa para veículos com alta ocupação que para a faixa exclusiva para o transporte coletivo. Contudo, a diferença não é nem grande nem estatisticamente significati-

va. Um estudo que comparou diretamente as faixas para veículos com alta ocupação e as faixas exclusivas para o transporte coletivo mostrou o contrário: foram encontrados menos acidentes na faixa para os veículos com alta ocupação que na faixa exclusiva para o transporte coletivo (Miller et al., 1979). É, portanto, difícil estabelecer quaisquer conclusões sobre qual tipo de faixa é mais vantajosa sob o ponto de vista da segurança.

Os resultados mostram que a faixa exclusiva para o transporte coletivo no contrafluxo oferece maior e mais significativo aumento no número de acidentes. A faixa exclusiva para o transporte coletivo no contrafluxo geralmente é estabelecida na faixa mais interna, no sentido oposto (ver C na figura 3.18.1). Os resultados não sugerem que o impacto sobre o número de acidentes seja diferente entre faixas com acesso limitado ou faixas com acesso contínuo. Em contraste, os estudos que compararam diretamente os diferentes tipos de faixas para

TABELA 3.18.2: IMPACTOS DA FAIXA EXCLUSIVA PARA O TRANSPORTE COLETIVO OU PARA VEÍCULOS COM ALTA OCUPAÇÃO NO NÚMERO DE ACIDENTES. ALTERAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Alteração porcentual no número de acidentes			
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Faixa exclusiva para o transporte coletivo e faixa para veículos com alta ocupação			
Faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação	Todos os acidentes	+17	(+4; +30)
Faixa para veículos com alta ocupação	Todos os acidentes	+17	(-2; +40)
Faixa exclusiva para o transporte coletivo	Todos os acidentes	+11	(+2; +21)
Faixa exclusiva para o transporte coletivo no contrafluxo	Todos os acidentes	+49	(+11; +101)
Faixa para veículos com alta ocupação ao invés de faixa exclusiva para o transporte coletivo	Todos os acidentes	-24	(-47; +8)
Acesso geral X Acesso limitado (faixa exclusiva para o transporte coletivo e faixa para veículos com alta ocupação)			
Acesso geral	Todos os acidentes	+7	(-19; +41)
Acesso limitado	Todos os acidentes	+7	(+2; +12)
Faixa adicionada X Faixa substituída (faixa exclusiva para o transporte coletivo)			
Faixa adicionada	Todos os acidentes	-8	(-44; +51)
Faixa substituída	Todos os acidentes	+9	(-24; +57)
Faixa adicionada X Faixa substituída (faixa para veículos com alta ocupação)			
Faixa adicionada	Todos os acidentes	+1	(-14; +17)
Faixa substituída	Todos os acidentes	+44	(-2; +112)
Medida permanente X Medida provisória – em horário de pico (faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação)			
Medida permanente	Acidentes ao longo de todo o dia	+18	(+6; +32)
Medida permanente	Acidentes em horário de pico	+18	(-29; +94)
Medida provisória no pico	Acidentes ao longo de todo o dia	+23	(-1; +54)
Medida provisória no pico	Acidentes em horário de pico	+56	(+24; +95)
Medida provisória no pico	Acidentes fora do horário de pico	-32	(-81; +145)

veículos com alta de ocupação mostraram que há mais acidentes para as faixas de acesso limitado que para as faixas com acesso contínuo (Chung, Chan, Jang, Ragland & Kim, 2007; Cothron et al., 2004; Jang et al., 2008a). A maioria dos acidentes em faixas para veículos com alta ocupação com acesso limitado acontece quando o trecho de acesso é curto e há pouca distância até os acessos (Jang, Chung, Ragland & Chan, 2008b).

A maioria dos estudos é do tipo antes-depois. Uma suposição é a de que o impacto sobre os acidentes esteja relacionado ao fato de a capacidade da via aumentar, e não seu tráfego. Quando a faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação é uma faixa nova adicionada à pista convencional existente, o número de acidentes mantém-se basicamente inalterado. Por outro lado, encontrou-se um aumento no número de acidentes quando a faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação é estabelecida em uma faixa já existente. Isso pode ter relação com o fato de a capacidade ser normalmente reduzida quando uma faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação é estabelecida em substituição a uma faixa convencional, algo que leva a mais filas e congestionamento nas faixas convencionais restantes (Sullivan & Devadoss, 1993). A maior redução na capacidade acontece quando há poucos veículos que usam a faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação.

Quando se observam todos os acidentes ao longo do dia, não há grandes diferenças entre a medida permanente e a provisória nos horários de pico. Para a medida provisória nos horários de pico, entretanto, encontrou-se um aumento maior e estatisticamente significativo no número de acidentes. A redução do número de acidentes fora da hora de pico não é significativa e possui alto grau de incerteza.

Pode-se pensar em diversos motivos para que a faixa exclusiva para o transporte coletivo e a faixa para veículos com alta ocupação levem a mais acidentes. A faixa para veículos com alta ocupação normalmente é estabelecida na divisão central de rodovias, ou seja, onde o tráfego é mais rápido. Para entrar e sair dessa faixa podem ser necessárias algumas mudanças de faixa (as rodovias de maior capacidade dos EUA têm geralmente 3, 4 ou 5 faixas em cada sentido). Vários estudos mostraram que diferentes velocidades entre a faixa para veículos com

alta ocupação e as demais contribuem para que a maior parte dos acidentes esteja relacionada à faixa para veículos com alta ocupação (Cooner & Ranft, 2006; Cothron et al., 2004; Hughes, 1999). Muitos acidentes que acontecem na faixa para veículos com alta ocupação estão relacionados à mudança irregular entre a faixa convencional e a destinada aos veículos com alta ocupação. Os problemas também podem ocorrer quando as faixas de aceleração/desaceleração ou de entrelaçamento não possuem comprimento suficiente em relação ao volume de tráfego e velocidade (Chung et al., 2007). Na Noruega, é permitido andar de bicicleta, ciclomotor e motocicleta nas faixas destinadas aos veículos com alta ocupação. Isso significa que veículos mais leves e mais pesados misturam-se em uma mesma faixa. Um estudo nos EUA sugere que motos na faixa para veículos com alta ocupação não representam risco para a segurança (Jernigan & Lynn, 1996); contudo, o referido estudo baseia-se apenas em alguns poucos acidentes. Para realizar conversões à direita em interseções, pode ser necessário cruzar uma faixa para veículos com alta ocupação, algo que potencialmente gera conflitos.

Faixa exclusiva

Os impactos das faixas coletivas sobre o número de acidentes foram estudados nos EUA por Edminster & Koffman (1979) e Christiansen et al. (1982), na Noruega por Sagberg & Sætermo (1997) e na Suécia por Kollektivtrafikberedningen (1982). Com base nestas pesquisas, a tabela 3.18.3 fornece os impactos sobre o número de acidentes. Os resultados sugerem que na maioria dos tipos de faixas exclusivas tem-se um aumento no número de acidentes. Contudo, nenhum dos resultados é estatisticamente significativo e há muitos fatores de confusão.

Faixas com restrições de circulação para veículos pesados

As restrições de circulação para veículos pesados foram estudadas em três pesquisas dos EUA (Kobelo et al., 2008; Lord, Middleton & Whitacre, 2005; Moses et al., 2007). Os resultados mostram que o número de acidentes em todas as faixas diminuiu em 47% quando uma das faixas era proibida para o tráfego pesado. O número de acidentes diminuiu em 13% na faixa fechada para o trânsito pesado.

TABELA 3.18.3: IMPACTOS DAS FAIXAS EXCLUSIVAS SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. ALTERAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Alteração percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todos os tipos de faixa exclusiva			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	+14	(-21; +65)
Faixa exclusiva para ônibus e táxis			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-11	(-37; +26)
Faixa exclusiva para ônibus e bondes			
Gravidade não especificada	Acidentes com ônibus ou bondes	+74	(-78; +1260)
Faixa exclusiva para bondes			
Gravidade não especificada	Acidentes com bondes	+8	(-8; +27)
Faixa exclusiva para ônibus e pedestres			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	+4	(-46; +101)
Gravidade não especificada	Acidentes com veículos motorizados	-33	(-64; +27)
Gravidade não especificada	Acidentes com pedestres	+78	(-49; +525)

TABELA 3.18.4: IMPACTOS DAS RESTRIÇÕES DE CIRCULAÇÃO PARA VEÍCULOS PESADOS (NO MÍNIMO UMA FAIXA PROIBIDA PARA O TRÁFEGO PESADO) SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. ALTERAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Alteração percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Gravidade não especificada	Acidentes em todas as faixas	-47	(-58; -33)
Gravidade não especificada	Acidentes na faixa proibida para o tráfego pesado	-13	(-31; +11)

Impacto na mobilidade

Faixa exclusiva para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação: reduzem o tempo de viagem para os veículos que as utilizam, havendo mais atrasos nas outras faixas. Se o estabelecimento de faixas exclusivas para o transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação levarem a um maior uso do ônibus e a uma maior ocupação dos veículos de passeio (ao invés de uma pessoa sozinha no veículo) em grande escala, isso levará ao aumento do volume de tráfego na faixa exclusiva, algo que pode resultar em atrasos iguais aos das outras faixas (Dahlgren, 1998). A conversão de uma faixa existente em faixa exclusiva pode levar a maiores atrasos para os veículos de passeio sem passageiros. Os atrasos que são gerados para os veículos sem passageiros são, entretanto, um incentivo para que se conduza com passageiros ou se utilize o transporte coletivo. Nas faixas exclusivas para transporte coletivo ou para veículos com alta ocupação separadas das demais por barreiras, pode haver grandes atrasos decorrentes de acidentes ou outros acontecimentos se não houver espaço suficiente para se ultrapassar veículos com falha no motor ou danos (Miller et al., 1979).

A OECD (1977) dá exemplos de como **a faixa exclusiva para transporte coletivo**, nas grandes cidades na América do Norte e Europa Ocidental, tem atuado sobre o tempo de viagem dos ônibus. Na maioria dos casos, surgiram reduções de 20 a 50% no tempo de viagem. Uma pesquisa americana (LaPlante & Harrington, 1984) confirma esses resultados. Faixas coletivas, em Bangkok, na Tailândia (Tanaboriboon & Tanaboriboon, 1983) levaram a um tempo de viagem mais curto para quem usa ônibus, sem que o tempo de viagem tenha aumentado para o restante do tráfego. Em quatro de sete casos esse tempo foi, na verdade, reduzido.

O fato de **a faixa para veículos com alta ocupação** levar a reduções nas filas, nos congestionamentos e no tempo de viagem quando se considera o conjunto de todas as faixas é controverso (Rodier & Johnston, 1999). Quando uma via é alargada com uma faixa, geralmente a sua capacidade aumenta mais se a faixa adicionada for convencional do que se ela for uma faixa para veículos com alta ocupação. Quando há mais atrasos na via, entretanto, a faixa para veículos com alta ocupação pode aumentar a capacidade mais do que uma faixa convencional faria.

Se o atraso é grande, mas o percentual de veículos com passageiros é relativamente pequeno, uma faixa para veículos com alta ocupação com tarifação viária pode ser mais eficaz (Dahlgren, 2002). A faixa para veículos com alta ocupação com tarifação viária pode ser usada por veículos de passeio sem passageiros mediante o pagamento de um imposto. Essas faixas são mais flexíveis que as faixas de uso comum quando se trata do impacto sob diferentes circunstâncias, mas sua implementação e operação são mais caras.

Um estudo da Califórnia mostrou que a faixa para veículos com alta ocupação faz com que mais automóveis pratiquem a carona solidária e que o tempo de viagem seja reduzido para veículos com passageiros. O mesmo estudo mostrou que os condutores superestimam o grau em que a faixa de uso comum encurta o tempo de viagem. Embora o ganho de tempo real em um trecho tenha sido de 5,7 minutos durante a hora pico, os condutores sem passageiros pensaram que era, em média, de 12,3 minutos e os condutores que compartilhavam o veículo com outros acharam que era, em média, de 17,1 minutos (Southern California Association of Governments, 2004).

Vários exemplos mostram que a faixa para veículos com alta ocupação pode aumentar o número de pessoas transportadas, mesmo que o percentual de veículos seja inalterado ou reduzido. O estudo de Martin & Lahon (2004) mostrou que a faixa para veículos com alta ocupação é utilizada por 73% menos veículos que as faixas convencionais, mas por apenas 33% menos pessoas na hora de pico da manhã. No pico da tarde, houve 48% menos automóveis na faixa para veículos com alta ocupação, enquanto que o número de pessoas foi 9% maior na mesma faixa em relação às faixas convencionais. O ganho de tempo na faixa para veículos com alta ocupação foi de 46% na hora de pico da tarde, de 13% na hora de pico da manhã e de 5% fora da hora de pico. Na Ponte Bay Bridge, na Califórnia, quatro faixas para veículos com alta ocupação transportam metade de todas as pessoas que cruzam a ponte, enquanto as 14 faixas restantes transportam a outra metade (Williams, 1999).

A faixa para veículos com alta ocupação pode levar a problemas de escoamento em engarrafamentos, quando o volume de tráfego na faixa para veículos com alta ocupação for menor que a capacidade (Menendez & Daganzo, 2007). Ao mesmo tempo, porém, a faixa de uso comum leva a menos mudan-

ças de faixa, algo que torna o fluxo de trânsito mais suave e aumenta a capacidade da faixa. Assim, no geral, a faixa para veículos com alta ocupação aumenta a capacidade nos engarrafamentos, embora a capacidade da faixa para veículos com alta ocupação não seja utilizada (Cassidy, Jang & Daganzo de 2010; Menendez & Daganzo, 2007).

O grau de aumento de veículos de passeio com no mínimo um passageiro na faixa para veículos com alta ocupação varia entre diferentes estudos. Nenhuma alteração no percentual de veículos de passeio com passageiros foi encontrada no estudo de Kwon & Varaiya (2008). Porcentuais maiores foram encontrados por Jang et al. (2008b) e Martin & Lahon (2004).

Faixa com restrições para veículos pesados: o escoamento do trânsito é melhor em vias onde as faixas têm restrições para veículos pesados do que em vias sem essas restrições (Moses et al., 2007), principalmente para aclives íngremes onde os veículos pesados vão bem mais devagar que os outros (Button, Hensher, Pitfield & Watson, 2001). Os problemas podem aparecer quando há muitos veículos pesados nos acessos, visto que eles podem bloquear a faixa da direita e, conseqüentemente, a passagem aos acessos (Albert & Jo, 2003; Button et al., 2001).

O desgaste em vias ou faixas sem veículos pesados diminui (de Palma, Kilani & Lindsey, 2008), algo que pode aumentar o conforto e a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Faixa exclusiva para o transporte coletivo

Há pouca documentação quanto ao impacto no meio ambiente de medidas que melhoram a mobilidade para o transporte coletivo. Mesmo assim, há conhecimento sobre como estes padrões de condução e velocidade média afetam condições como a poluição atmosférica e sonora. Há também o conhecimento sobre as emissões dos ônibus comparativamente às do transporte individual. Com base nisso, é possível estimar os efeitos das condições ambientais de faixas exclusivas para o transporte coletivo.

Um amplo estudo dinamarquês (Eriksen, 1996) investigou a relação entre a velocidade dos ônibus e os fatores de emissão de uma série de substâncias nocivas ao meio ambiente. As substâncias, incluídas

na pesquisa, são CO, HC, NO_x e partículas. Para todas as substâncias referidas, as medições mostram uma acentuada diminuição das emissões a velocidades mais elevadas, e isso se aplica especialmente a velocidades de 10 a 20 km/h, as que geralmente ocorrem em áreas centrais.

Faixa para veículos com alta ocupação: um estudo americano mostrou que o uso de gasolina diminuiu em 12% e as emissões de monóxido de carbono, em mais de 59% na faixa para veículos com alta ocupação em relação às faixas convencionais. Há controvérsias se a faixa para veículos com alta ocupação leva ao aumento ou à redução de emissões, e vários estudos não encontraram reduções de emissões após a implementação de faixa para veículos com alta ocupação (Rodier & Johnston, 1999). Se as emissões aumentam ou diminuem depende, entre outros fatores, de como a referida faixa afeta a capacidade da via, em que grau o número total de veículos-km são afetados e se as filas nos congestionamentos diminuem. O impacto será diferente quando uma via for expandida com uma nova faixa ou se uma faixa existente é convertida em faixa para veículos com alta ocupação. Se o porcentual de veículos de passeio que rodam com passageiros aumentar e o número de veículos-km por pessoa diminuir, as filas nos congestionamentos e as emissões diminuirão. Quando a faixa para veículos com alta ocupação aumentar a capacidade da via, o número total de veículos-km aumentará, assim como as emissões (Boriboonsomsin & Barth, 2008). Se o aumento da capacidade reduzir as filas, isso poderá levar a uma redução de emissões. Uma vez que a faixa convencional geralmente tem maior volume de tráfego que a destinada para veículos com alta ocupação, uma nova faixa convencional pode ter maior impacto sobre as filas nos congestionamentos e sobre as emissões do que uma nova faixa para veículos com alta ocupação (Dahlgren, 1998).

Para um trecho de uma rodovia nos EUA, Choocharukul, Sinha & Nagle (2002) estimaram que as faixas para veículos com alta ocupação reduzem as emissões de CO em 6,6%, de NO em 10,2% e de HC em 7,0%. Boriboonsomsin & Barth (2008) compararam faixas para veículos com alta ocupação com liberdade de acesso e com acesso limitado, e os resultados mostram que faixas para veículos com alta ocupação com liberdade de acesso implicam emissões mais baixas que as de acesso restrito, pois nas primeiras há mais frenagens e acelerações do que nas de acesso restrito.

A partir de 1º de junho de 2005, carros elétricos e carros de emissão zero, que usam hidrogênio como combustível, tiveram a circulação permitida nas faixas para veículos com alta ocupação na Noruega (NOU, 2004: 11). Se as faixas exclusivas para o transporte coletivo e para veículos com alta ocupação tornam seu uso mais atrativo por esse tipo de veículos, isso levaria a efeitos ambientais positivos.

Custos

No período de planejamento viário, de 2010 a 2019, NOK 178 milhões anuais foram disponibilizados para medidas de tráfego destinadas ao transporte coletivo no planejamento de transporte nacional (Samferdselsdepartementet, 2008-2009). Este montante deve ser utilizado principalmente para ajustar a infraestrutura existente e planejada (principalmente para terminais) dentro do princípio de design universal. Além disso, serão construídos 80 km de faixas exclusivas para transporte coletivo em vias nacionais. A distribuição do financiamento entre estes dois tipos de ações não é conhecida. O plano de transporte nacional não envolve a construção de faixas para veículos com alta ocupação.

Faixa para veículos com alta ocupação: Daniels & Stockton (2000) estimaram a média de custos por milha (aproximadamente 1,6 km) para a faixa para veículos com alta ocupação reversível da seguinte maneira: USD 5,8 milhões em custos de construção (incluindo acessos), USD 3 milhões para estacionamentos e terminais de ônibus junto às faixas para veículos com alta ocupação e USD 0,3 milhão para sistemas de controle, vigilância e comunicação. Os custos de investimento somam, em média, USD 9,1 milhões por milha. Os custos operacionais anuais são estimados em USD 351.500 por milha. Para a faixa para veículos com alta ocupação comum convencional (não reversível) são estimados entre USD 1,7 e USD 2,8 milhões de custos de investimento e entre USD 283.000 e USD 566.000 em custos operacionais e de controle policial. Todos os custos estão em valores de 1995.

Faixas com restrições para veículos pesados: as faixas reservadas para veículos leves não precisam ser construídas de modo a suportar tráfego pesado, o que resulta em menores custos de investimento e manutenção. As faixas para tráfego pesado demandam custos mais altos, mas os custos totais serão igualmente mais baixos segundo de Palma et al. (2008).

Avaliações de custo-benefício

As avaliações de custo-benefício destas medidas provavelmente variam conforme as condições locais, sendo, portanto, difícil fornecer números gerais. O benefício varia conforme o impacto sobre os acidentes e sobre a mobilidade.

Faixa exclusiva para o transporte coletivo: elaborou-se um exemplo de cálculo que pode esclarecer a relação de custo-benefício da construção de faixas exclusivas para o transporte coletivo na Noruega. Supõe-se que o VDMA seja 10.000 veículos, dos quais 200 são ônibus. Estima-se que a via tenha 0,5 acidente com feridos por milhão de veículos-km e que, com a construção de faixas exclusivas para o transporte coletivo, o número de acidentes com feridos aumente em 25%. Considera-se que a velocidade média dos ônibus (ao longo de todo o dia) aumente de 20 para 25 km/h e que o nível de velocidade para o restante do tráfego permaneça inalterado. Supõe-se que a faixa exclusiva para o transporte coletivo seja construída sobre a área viária existente por meio de sinalização horizontal a um custo de NOK 50.000 por km de via e que a marcação viária seja renovada a cada cinco anos. Os impactos de uma faixa exclusiva para o transporte coletivo de 1 km são calculados em NOK 2,99 milhões para o aumento dos custos de acidentes; NOK 1,27 milhão para a economia de custos de tempo e NOK 0,06 milhão para a economia operacional dos ônibus. O benefício total fica negativo em NOK 1,66 milhão. Os custos economizados em tempo não são suficientemente grandes para compensar o aumento nos custos de acidentes.

Faixa para veículos com alta ocupação: a faixa para veículos com alta ocupação pode afetar o tempo de viagem tanto positiva quanto negativamente, dependendo, entre outros fatores, do percentual de pessoas que usam o transporte coletivo, se a capacidade da via aumenta ou não e se a via é ou não expandida com uma nova faixa. Os custos são relativamente baixos se uma faixa existente for redefinida como faixa para veículos com alta ocupação ou exclusiva para o transporte público, enquanto que os custos podem ser elevados na construção de uma nova faixa.

Uma análise de custo-benefício da faixa para veículos com alta ocupação foi feita por Choocharukul et al. (2002). A análise refere-se ao estabelecimento da faixa para veículos com alta ocupação em uma rodovia. Acredita-se que a faixa para veículos com alta ocupação faça com que vários condutores comecem a usar o transporte público ou transportem

mais passageiros em seu veículo. O benefício da faixa para veículos com alta ocupação foi estimado da seguinte maneira: USD 235.700 de custos de tempo economizados; USD 23.340 de custos operacionais economizados por veículo; USD 1.350 de custos de acidentes economizados. Os custos foram estimados em USD 7.640, e a razão custo-benefício seria igual a 19,68.

Daniels & Stockton (2000) conduziram análises de custo-benefício para a construção de uma faixa para veículos com alta ocupação em vez de uma faixa convencional em uma rodovia. Os custos para a faixa para veículos com alta ocupação são descritos conforme os parágrafos anteriores. O benefício envolve o tempo economizado, os custos operacionais reduzidos e os custos de acidentes economizados (a análise não fornece o impacto sobre acidentes). Os resultados mostram que há uma grande variação entre diferentes projetos, mas o benefício é maior que os custos em todos os casos. A razão de custo-benefício ficou entre 6 e 48.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a construção da faixa exclusiva para o transporte coletivo normalmente é tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega em cooperação com as empresas de transporte. As normas viárias (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008) e as normas de sinalização (Statens vegvesen, 2009) fornecem os critérios para avaliação das necessidades da faixa exclusiva para o transporte coletivo.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos e procedimentos formais da faixa exclusiva para o transporte coletivo são fornecidos nas normas viárias (Statens vegvesen, 2008) e no Manual 232, Adaptações para o transporte coletivo na via, da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesen, 2009b). As regras para a colocação de placas em faixas exclusivas para o transporte coletivo são fornecidas nas normas de sinalização viária (Statens vegvesen, 2009). A faixa exclusiva para o transporte coletivo deverá receber marcações de linhas divisórias, letreiros “ÔNIBUS” e, eventualmente, “TÁXIS” (Håndbok 049, Statens vegvesen, 2001). Os planos para a cons-

trução de instalação de tráfego coletivo geralmente são desenvolvidos pela repartição viária regional ou municipal. É importante que as partes interessadas, ou seja, as empresas de transportes, os proprietários de táxis, a polícia, os representantes dos usuários e dos comerciantes sejam mantidos informados sobre os planos e que lhes seja dada a oportunidade de se pronunciarem sobre os projetos.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades viárias são responsáveis por implementar medidas para o tráfego coletivo em vias públicas.

3.19 SELEÇÃO DINÂMICA DE ROTA

O capítulo foi revisado em 2011 por Tor-Olav Nævestad e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Nas cidades maiores, os congestionamentos são um problema, principalmente na hora de pico. Os congestionamentos geram atrasos e irritação e podem levar alguns condutores a escolher vias adjacentes através de áreas residenciais. Nem todos os condutores sabem, no entanto, qual a rota mais vantajosa em termos de tempo, custos do veículo, impactos ambientais e risco de acidentes. Desta forma, os usuários nem sempre escolhem uma rota que, como um todo, envolva os custos mais baixos. Uma consequência também pode ser que os condutores não encontram seu destino de imediato ou se percam procurando o caminho correto, o que aumenta o volume de tráfego e de acidentes.

A principal finalidade da seleção dinâmica de rota é utilizar melhor a capacidade da melhor rede viária, prevenindo escolhas de rotas erradas, e reduzir os congestionamentos e tempos de viagem.

Descrição da medida

A seleção dinâmica de rota tem como objetivo melhorar o fluxo de tráfego, especialmente em áreas urbanas, fornecendo informações sobre as condições de tráfego atuais e, em alguns casos, também sobre as rotas alternativas possíveis ou recomendadas para os usuários das vias. A informação é baseada

em contagens de tráfego, por exemplo, com a utilização de equipamentos de medição automática no pavimento, ou monitoramento por câmeras. Pode-se distinguir entre dois tipos diferentes de sistema:

1. As informações são apresentadas a todos os condutores por uma sinalização eletrônica de tráfego.
2. As informações são enviadas para aparelhos dentro dos veículos (a que nem todos os usuários têm acesso).

O primeiro tipo de controle de seleção dinâmica de rota utiliza sinais eletrônicos de tráfego que podem exibir informações sobre as ocorrências atuais, recomendações de rotas alternativas, estimativas de tempo de viagem, congestionamentos ou outros fatores. O sistema é instalado em pontos estratégicos da rede viária. A finalidade destas informações é ajudar o condutor a escolher rotas adequadas para evitar atrasos desnecessários (Chatterjee et al., 2002).

O segundo tipo de sistema assume que o veículo esteja equipado com uma unidade que combina informações de mapas digitais com informações de trânsito atualizadas continuamente. Os veículos em geral também serão equipados com sistemas de navegação que podem orientá-los sobre o itinerário escolhido. A navegação pode ajudar o usuário a encontrar o caminho mais curto ou mais rápido com base em dados históricos armazenados em um mapa digital. A navegação dinâmica também utiliza informações em tempo real sobre as condições do tráfego. Com base nas informações atualizadas de tráfego, levando em conta o tempo de viagem entre dois pontos determinados, são calculadas diferentes seleções de rota, de modo que o condutor pode escolher a rota que proporcione o menor tempo de viagem. Esses sistemas exigem que os veículos sejam equipados com unidades receptoras. O RDS-TMC (*Radio Data System–Traffic Message Channel* ou Sistema de Dados de Rádio do Canal de Mensagens do Tráfego) atualmente é o único sistema de seleção padronizado e independente da linguagem dinâmica de rota existente na Europa (Vägverket, 2003). Em 2005, o sistema contava com cinco milhões de receptores na Suécia, Dinamarca, Alemanha, França, Países Baixos, Espanha, Grã-Bretanha, Finlândia, Suíça, Itália, Noruega e Bélgica (Vägverket, 2005).

Impacto sobre os acidentes

A principal finalidade da escolha de uma rota é melhorar o fluxo de tráfego, e não a segurança. A se-

gurança pode ser igualmente afetada por efeitos na rede viária como por efeitos locais.

Impacto na segurança da rede viária: A informação que leva a uma redistribuição do tráfego pode causar uma mudança na quantidade total de veículos-km rodados, uma vez que a seleção das rotas altera o tráfego eo conduz por vias relativamente mais seguras, alterando o volume de tráfego e, por conseguinte, os acidentes e a velocidade média (conforme diminuem os congestionamentos) (Chatterjee e McDonald, 2004; Høye et al., 2011). Assim, o número de acidentes pode se alterar tantonas vias principais quanto nas vias para onde o tráfego é redirecionado (Annino, 1998).

Impactos locais na segurança: Quando os condutores recebem informações sobre as condições de tráfego atuais ou sobre rotas alternativas, isso pode levar à distração ou amudanças de comportamento. A distração geralmente aumenta os riscos de acidentes (Rothengatteret al., 1997; Vaa et al., 2006). Se os condutores mudam sua maneira de dirigir, isso também pode levar a um aumento dos acidentes, como, por exemplo, ao frear ou mudar de faixa (Erke e Gottlieb, 1980; Abdulhai e Distressed, 2003; Erkeet al., 2007). As razões para as mudanças de comportamento podem ser, por exemplo, porque os condutores precisam de tempo para ler ou para compreender as informações ou para entender as possíveis mudanças de rota antes de alcançarem a próxima saída ou porque eles serão mais cautelosos ao receberem um aviso de congestionamento na via.

Existem poucos estudos que avaliam os efeitos dos sistemas de seleção de rotas dinâmicas sobre o número de acidentes. A realização de estudos de segurança é muitas vezes difícil, pois ainda há poucos sistemas em uso e porque muitos dos sistemas existentes não estão totalmente desenvolvidos ou ainda foram pouco testados. Além disso, os efeitos são consideravelmente dependentes das condições locais e atuais da rede viária e do tráfego, de modo que é difícil extrair conclusões gerais (Vägverket, 2003).

Informações apresentadas a todos os usuários da viapor meio desinalizaçãoeletrônica de trânsito

Foram encontrados três estudos em que se tentou quantificar o impacto no número de acidentes. Em um deles observou-se uma redução no número de acidentes (Toft Wendelboe, 2003). Nos outros dois estudos não foi observada qualquer alteração no nú-

mero de acidentes (Tarry e Pyne, 2003, 2004). Em todos os três estudos foram avaliados sistemas que funcionaram por um curto período antes e durante a avaliação, assim sabe-se o que o número de acidentes é bastante pequeno para prover resultados estatisticamente confiáveis. Nenhum dos estudos apresenta o controle de variáveis como volume de tráfego ou tendência da acidentalidade em longo prazo.

Toft Wendelboe (2003) avaliou um sistema de notificação de incidentes em rotas, bem como informações e recomendações de viagens em rotas alternativas na autoestrada de Køge, ao sul de Copenhague. O sistema foi utilizado durante a ampliação da autoestrada de quatro para seis faixas. Observou-se uma redução do número de acidentes durante o período de realização das obras.

Tarry e Pyne (2003) avaliaram o impacto da sinalização eletrônica de texto variável que notificava ocorrências na autoestrada M90, ao norte de Edimburgo. Tarry e Pyne (2004) avaliaram uma tentativa de regular o tráfego na autoestrada que atravessa Glasgow (M8) utilizando um controle nos acessos e a sinalização eletrônica de textos com informações sobre o estado das vias e encorajando os condutores a utilizar as rotas alternativas. Em ambos os estudos o número de acidentes permaneceu inalterado.

Os efeitos locais das informações na sinalização eletrônica sobre segurança viária foram estudados na Noruega por Erkeetal. (2007) e Høye et al. (2011) a partir de observações de um vídeo. Os estudos conduzidos por Erkeet al. (2007) sugerem que vários condutores freiam quando se deparam com uma informação de aviso para uma rota alternativa em uma sinalização eletrônica, o que pode levar a um aumento do número dos acidentes. No estudo de Høye et al. (2011), verificou-se uma possível redução do número de veículos que circulam porcurtos intervalos de tempo quando aparece o aviso de congestionamento (juntamente com a notificação de incidentes). A velocidade média e o tempo de viagem permaneceram inalterados.

Informações por meio de aparelhos dentro dos veículos

Encontrou-se somente um estudo (Perez et al., 1996) que tentou comparar o número de acidentes de veículos com e sem sistemas de seleção dinâmica de rotaem um período de testes. Os veículos de tes-

te foram equipados com GPS, controle de seleção de rota e informações de tráfego em tempo real. Não houve diferença no número de acidentes nos veículos com e sem estes equipamentos.

Estudos simulados de impactos da rede de navegação na seleção dinâmica de rota

Existem estudos de simulação que tentam avaliar o impacto de diferentes tipos de seleção dinâmica de rota sobre o número de acidentes em toda a rede viária.

Um estudo que simula as informações sobre incidentes em placas eletrônicas de textos em Trondheim (Høye et al., 2011) sugere que a redistribuição do tráfego devido a determinado incidente conduz a um aumento no número de acidentes entre 3 e 6%, dependendo da gravidade dos ferimentos.

Foram realizadas várias simulações dos impactos dos sistemas de seleção dinâmica de rota em que as informações são enviadas diretamente para o veículo. Alguns dos resultados não mostram os impactos sobre os acidentes (Stoneman, 1992; Perez et al., 1996), outros mostram um aumento no número de acidentes (Maher, Hughes, Smith e Ghali, 1993; Abdulhai e Look, 2003) ou, ainda, uma diminuição do número de acidentes (Jeffrey et al., 1987; Chatterjee e McDonald, 1999) quando do aumento na taxa de usuários do sistema de seleção dinâmica de rota. Uma vez que os resultados são inconsistentes, não é possível extrair conclusões sobre a forma como estes sistemas afetam o número dos acidentes.

Nos estudos que mostram que o número de acidentes *diminui* quando se usa a seleção dinâmica de rota (Jeffrey et al., 1987; Chatterjee e McDonald, 1999), assume-se que o número de veículos-km percorridos diminuem devido à seleção dinâmica de rota e que o número de acidentes diminui proporcionalmente à redução da distância percorrida. A suposição é de que o número total de veículos-km percorridos diminua conforme uma seleção dinâmica de rota realista. Ao observar-se a presença de tráfego pesado, pode-se dinamicamente selecionar uma rota; no entanto, isso leva a um aumento do número de quilômetros percorridos e ao mesmo tempo muitos vão buscar desvios a fim de poupar o tempo de viagem (Høye et al., 2011). A suposição é de que as mudanças do número de acidentes sejam proporcionais às mudanças na quantidade de veículos-km percorridos; porém, isso é discutível.

Uma das explicações para o *aumento* do número de acidentes é que a velocidade de muitas vias aumenta conforme o uso do GPS. Outra explicação é que muitos veículos passam a percorrer mais por rotas locais em que não passariam se não fosse pela indicação do GPS. O risco de acidentes é geralmente mais elevado em vias locais, com padrões viários inferiores e vários cruzamentos. Determinadas vias são mais utilizadas com a seleção dinâmica de rotas do que sem a seleção (Maheret al., 1993; Abdulhai e Look, 2003; Høye et al., 2011).

Os estudos realizados por Maher et al. (1993) e Høye et al. (2011) mostram que a redução do tempo de viagem está associada ao aumento do número de acidentes. A explicação para esse fato é que o tempo de viagem total é distribuído o mais uniformemente possível ao longo de toda a rede viária, de modo que nenhuma parte da rede viária se torne mais congestionada do que outras. Esta distribuição do tráfego, no entanto, cria muitas situações de conflitos de tráfego em cruzamentos e, assim, contribui para o aumento do número dos acidentes.

Dois estudos realizaram simulações em que o sistema de seleção dinâmica de rota é modificado para que ele não leve o condutor às interseções das vias ou às vias com alto risco de acidentes (Abdulhai e Distressed, 2003; Chatterjee e McDonald, 1999). Recomendações aos condutores evitam o alto risco nas interseções ou em rodovias menores que não primam pela redução de acidentes.

Impacto na mobilidade

O tempo de viagem, de acordo com vários estudos, diminui ao se levar em conta uma informação sobre incidentes exibida na sinalização eletrônica (Høye et al., 2011).

Informações de tráfego mostradas aos usuários nas sinalizações eletrônicas: Vários estudos têm mostrado que as informações sobre ocorrências e recomendações de rotas alternativas indicadas na sinalização eletrônica levam a uma redistribuição do tráfego (por ex.: Toft Wendelboe, 2003; McKenna, 2001; Richards, 2000). A taxa de condutores que alteram a seleção de rota varia muito e raramente supera os 40% (Davidsson e Taylor, 2003; Ramsky e Lucas, 1997; Lindkvist, 1995; Cummings, 1994; Chatterjee et al., 2002; Arch et al., 2007). A taxa é maior quando se refere a congestionamentos maiores do que a pequenos congestionamentos, assim

como é maior quando aparecem informações sobre as possíveis rotas alternativas do que quando só se exibem informações sobre um incidente ou um atraso.

A avaliação da tentativa de regular o trânsito na autoestrada M8 que atravessa Glasgow utilizando o controle de acessos e sinalização eletrônica mostrou que o tempo de viagem diminuiu em 13% e que os atrasos gerais diminuíram em 9% entre 16 e 17h. No mesmo período, houve um aumento do volume de tráfego entre 3 e 4% (Tarry e Pyne, 2004).

Informações enviadas aos usuários em seus veículos: Os estudos que tentam quantificar os efeitos da regulamentação da seleção dinâmica de rota sobre a mobilidade são realizados também com base em simulações. Todos os estudos mostraram uma redução do tempo de viagem em diferentes porcentagens a partir de dispositivos de informações em veículos que recebem dados de seleção dinâmica de rota, especialmente sobre incidentes. Os resultados, no entanto, variam de estudo para estudo.

Um modelo de cálculo japonês (Kawashima, 1991) mostrou que os veículos com controle de seleção dinâmica de rota podem economizar até 11% do tempo de viagem. Um modelo de cálculo para Londres (Stoneman, 1992) mostrou uma redução de 6 a 7% no tempo das viagens com regulamentação de seleção dinâmica de rota. Chatterjee e McDonald (1999) estimaram impactos do sistema de seleção dinâmica de rota sobre os acidentes em um sistema viário urbano de alta densidade de tráfego. Os resultados mostram que 30% dos usuários com controle de seleção dinâmica de rota em Southampton obtiveram redução no tempo de viagem de 2,4% e redução da distância total anual viajada de 0,7%. Para 15% dos veículos, o tempo de viagem total foi reduzido em 1,5%. Se 100% dos veículos tivessem o equipamento, a redução do tempo da viagem estimada seria de 6%.

Em um resumo das pesquisas existentes sobre a escolha da rota dinâmica regulamentada de Levinson (2003), foram contabilizados os resultados de dez estudos que analisam a redução média do tempo de viagem devido à seleção dinâmica de rota. Quando não estão incluídos os estudos que calculam o tempo economizado devido ao redirecionamento por motivo de acidentes ou incidentes, os resultados variam entre 1 e 20% de redução no tempo de viagem, dependendo da proporção dos veículos com seleção dinâmica de rota regulamentada

na corrente de tráfego. Os estudos que calculam o tempo economizado ao se alterar a rota por ocasião de um determinado incidente ou acidente mostram uma redução entre 15 e 55% no tempo de viagem, dependendo da proporção dos veículos com seleção de rota regulamentada na corrente de tráfego (Levinson, 2003).

Impacto no meio ambiente

As simulações do tráfego mostram que as informações sobre ocorrências em sinais eletrônicos (sem informações sobre rotas alternativas) em Trondheim acarretam uma redistribuição de 0,02 a 1,9% do tráfego, considerando um aumento das emissões de gases de menos de 1% e um aumento dos custos associados à poluição sonora de NOK 30.000 (Høye et al., 2011). Os efeitos são estimados para toda a rede viária do centro de Trondheim mediante a ocorrência de um incidente (o fechamento de uma ou duas faixas) com duração de meia hora no horário de pico. Não se leva em conta uma série de fatores relevantes nas simulações, incluindo as diferenças entre o tráfego leve e pesado. Os resultados são incertos, e os impactos ambientais são considerados como superestimados.

Um estudo sobre os impactos do controle de acesso da sinalização eletrônica que são instalados junto aos acessos das rodovias demonstrou que as emissões de óxido de nitrogênio, hidrocarbonetos e CO₂ diminuíram (Tarry e Pyne, 2004).

Custos

Três tipos de custos estão associados à sinalização o dinâmica de rota. São eles:

- Custos com a montagem das placas eletrônicas;
- Custos com a operação e reparo das placas eletrônicas;
- Custos de investimento na depreciação.

De acordo com Halsen Bidar, Larsson e Robøle (2009), o custo de montagem da sinalização eletrônica está entre NOK 100.000 e 500.000. Os custos operacionais anuais correspondem a cerca de 5 a 8% do custo de montagem. O tempo de depreciação é estimado em 3 a 5 anos. Os custos anuais exigem um orçamento de NOK 83.623 por painel de mensagem, segundo Høye et al. (2011). Isto se aplica supondo-se que a sinalização eletrônica cus-

te NOK 300.000 para ser montada e que o custo operacional anual compreenda 7% do custo da montagem e do prazo de amortização, que é de quatro anos, incluindo uma taxa de desconto de 4,5%. Quando a soma do custo de investimento (calculada como anuidade) e os custos operacionais são multiplicados por um preço adicional de 20% (ou seja, o custo é multiplicado por 1,2), o custo total por cada painel de mensagens chega a NOK 125.548 ao ano.

Avaliações de custo-benefício

Os benefícios e os custos da escolha dinâmica da rota dependem muito de como o sistema específico é projetado bem como das condições da via e do trânsito local.

A análise de custo-benefício é feita com base nos efeitos simulados da utilização da sinalização eletrônica com informações sobre incidente sem Trondheim, que mostra que os custos superam os benefícios, mesmo sob as perspectivas mais otimistas (Høye et al., 2011). Os custos inclusos na análise são os custos de instalação e operação dos painéis de mensagens. Além disso, têm-se os efeitos econômicos da mudança no número de acidentes e dos custos operacionais com veículos, tempos de viagem e impactos ambientais (emissões e ruídos), que também estão incluídos nesta análise. O aumento do número de acidentes envolve elevados custos econômicos, que não foram compensados pelos benefícios econômicos da redução no tempo da viagem. Um novo componente que não foi incluído na análise é a utilidade percebida da informação sobre o incidente para os condutores. Certo número de estudos demonstrou que muitos condutores apreciam essa informação, embora não a utilizem, por exemplo, para mudar a seleção de rota (Chatterjee e McDonald, 2004). Não foram encontrados estudos que tentassem quantificar este impacto.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Qualquer introdução de um sistema deste tipo na Noruega deve ser avaliada pela autoridade responsável pela via, tendo em vista a capacidade da rede viária e as oportunidades de exploração mais adequadas deste recurso.

Requisitos e procedimentos formais

Até momento não foram desenvolvidos quaisquer requisitos formais para a regulamentação da introdução da medida de seleção dinâmica de rota na Noruega. Estes requisitos têm de ser fornecidos pela autoridade viária.

Responsabilidade pela execução da medida

Qualquer desenvolvimento de regulamentação de sistema de seleção dinâmica de rota deve ser aplicado pelas autoridades de trânsito. Se a participação no sistema for voluntária, é natural que os custos sejam cobertos por um sistema de assinatura a em que os participantes do sistema (ou seja, quem equipa os veículos com receptores) arcam com os custos sob a forma de uma taxa de adesão.

3.20 PAINEL DE MENSAGEM VARIÁVEL

O capítulo foi revisado em 2012 por Alena Høye (TØI)

O painel de mensagem variável pode ser utilizado de diversas maneiras, visando à melhoria da segurança e da mobilidade. Painéis de mensagens com limites de velocidade variáveis eventualmente em combinação com informações sobre, por exemplo, neblina e incidentes na via, tráfego lento ou congestionamento, podem ser usados para reduzir o limite de velocidade, quando a situação o exigir, diminuindo, assim, o risco de acidentes e, para reconfigurar o limite de velocidade, sempre que possível, evitando, dessa forma, atrasos desnecessários. O painel com mensagem de redução da velocidade pode, em algumas situações, ser usado para melhorar o fluxo de tráfego e reduzir as emissões de poluentes e o ruído. O impacto depende de o quão elevado é o limite de velocidade e de como a redução é percebida pelos usuários das vias. Se o limite de velocidade for muito alto, a velocidade e o risco de acidentes podem aumentar. Alertas sobre a velocidade e sobre o limite de velocidade podem ser usados para reduzir a velocidade e aumentar o controle sobre o limite de velocidade. Não há evidências para se afirmar que os painéis com mensagens com alertas de distância do veículo à frente e o alerta em faixas de pedestres reduzam o número de acidentes.

Problema e finalidades

Uma limitação fundamental das placas de trânsito fixas é que elas são configuradas essencialmente para exibir, de forma permanente, a mesma mensagem o tempo todo. Isso dá poucas oportunidades para variar o conteúdo da mensagem, dependendo das condições no local. A única possibilidade com esta placa é que durante um período específico (horários específicos ou condições meteorológicas, por exemplo) a placa seja coberta quando a mensagem não for relevante ou que ela seja retirada e recolocada quando a informação for relevante. Há, entretanto, muitas situações em que é necessário mostrar mensagens mais flexíveis, como:

- em retas onde há muitos acidentes de trânsito, incidentes, problemas de escoamento, de meio ambiente ou dificuldade na visibilidade ou outros problemas na via; em frente aos túneis ou às passagens por montanhas que, em situações especiais, serão fechadas rapidamente;
- em estacionamentos, para direcionar para as vagas disponíveis;
- quando a placa mostra uma mensagem que é relevante apenas em certos períodos (como saída de escola, à noite ou em temporadas com muitos alces cruzando a pista, por exemplo);
- em desvios;
- durante a realização de obras ou outras medidas na via;
- quando os condutores devem ser avisados sobre atitudes perigosas (como velocidade muito alta, por exemplo).

O painel de mensagem variável pode ser usado para melhorar a segurança viária, principalmente por alertar sobre perigos, determinar diminuição de velocidade em situações especiais, manter o tráfego longe de áreas perigosas e/ou para fornecer alerta de comportamento perigoso (por exemplo, placa que mostra a velocidade do veículo). Painéis de mensagem variável podem, entretanto, ter várias finalidades além de melhorar a segurança viária, como ser usados para melhorar o fluxo de trânsito e reduzir os problemas ambientais.

Descrição da medida

O painel de mensagem variável mostra mensagens que podem ser alteradas ou podem ser ativadas e desativadas conforme a necessidade. Em princípio, a maioria dos painéis são concebidos como painéis de mensagens variáveis. As informações que geral-

mente são variadas são sobre limite de velocidade, perigo e painéis informativos (como painel de medição de velocidade, por exemplo).

Cada mensagem a ser mostrada no painel de mensagem variável é controlada pela central de tráfego viário ou no próprio local em que o painel se encontra. A central de tráfego viário pode controlar o painel individualmente ou como parte de um tráfego pré-programado. O controle local é realizado manualmente, cronometrado ou dinamicamente baseado em algoritmos de controle ligados, por exemplo, a sensores de fluxo de trânsito, clima (vento), qualidade do ar ou o estado alterado de segurança em túneis. Conforme o projeto, pode-se diferenciar entre dois tipos de painéis de mensagem variável:

- painel contínuo, em precisa conformidade com a placa fixa correspondente. Esses painéis podem exibir um número limitado de mensagens e podem ser ligados e desligados. Os painéis podem ser projetados como painéis simples, de prisma ou luminoso. Este último pode exibir apenas uma mensagem, que pode ser ligada e desligada;
- painel pixelizado, normalmente feito com tecnologia de fibra óptica ou de LED. Esses painéis geralmente podem mostrar um grande número de mensagens.

O painel de mensagem variável normalmente é usado segundo os mesmos critérios que as placas fixas, e a mensagem deve ser projetada da mesma forma (exceto no painel pixelizado, em que, em relação às placas fixas, o preto e branco são invertidos). Em alguns casos, os painéis de mensagem variável são complementados por um sinal amarelo intermitente, a fim de deixar a mensagem mais clara.

Para os seguintes tipos de painéis de mensagem variável, os (possíveis) impactos sobre os acidentes são descritos no próximo item deste capítulo, a saber:

- limite de velocidade variável;
- alerta de velocidade;
- velocidade recomendada para caminhões em declive;
- alerta de congestionamento;
- alerta de distância do veículo à frente;
- informações gerais.

Outros tipos de painéis são descritos em outros capítulos, como painéis de mensagens relacionadas a alerta de obras na pista e painéis com informações de trânsito.

Impacto sobre os acidentes

Foram encontrados poucos estudos sobre o impacto dos painéis de mensagem variável sobre o número de acidentes. Por isso, no resumo seguinte estão incluídos estudos dos impactos sobre os acidentes e estudos sobre a velocidade, pois a relação entre velocidade e acidentes é bem documentada. Elvik (2009) mostrou que o número de acidentes aumenta exponencialmente conforme a velocidade e foi calculado em uma meta-análise dos expoentes para diferentes ambientes de tráfego e graus de dano. No entanto, a relação entre a variação de velocidade e os acidentes é menos documentada e mais controversa. Há, entretanto, várias pesquisas que mostram que o risco de acidentes normalmente diminui quando a variação da velocidade diminui em um trecho viário. (Abdel-Aty e Pande, 2005; Abdel-Aty e Abdalla, 2004; Zheng et al., 2010; Oh et al., 2001).

Painel com mensagem de limite de velocidade variável

O painel de mensagem com limite de velocidade variável pode ser usado com diferentes finalidades, entre elas reduzir a velocidade, em condições específicas de condução e tráfego. Painéis com limites de velocidade variáveis são utilizados frequentemente para melhorar o fluxo de trânsito, reduzir o perigo de congestionamento (Sisiopiku, 2001) e fazer com que os condutores que estão dirigindo acima da velocidade prestem atenção ao limite de velocidade atual (ver a seguir o alerta individual de velocidade).

Os painéis com mensagem de limites de velocidade variável normalmente são mais respeitados do que as placas fixas (Steinhoff et al., 2000). Quando painéis de mensagem variável indicam limite de velocidade menor, o cumprimento do limite aumenta e aumenta ainda mais caso os painéis mostrem informações adicionais sobre o motivo da redução do respectivo limite (Steinhoff et al., 2000; de Craen e de Niet, 2002) de tal forma que não reduzir o limite de velocidade pareça irracional (Janson, 1999; Steinhoff et al., 2002). Pode ser um problema caso as alterações no limite de velocidade cheguem tardiamente em relação às mudanças nas condições de segurança na direção (MacCarley et al., 2006; Kronborg et al., 2006). O maior efeito pode ser alcançado quando a mudança do limite de velocidade é relativamente grande, mas introduzida gradualmente ao longo do tempo (Abdel-Aty et al., 2006; Abdel-Aty et al., 2008). Na medida em que o painel de mensagem

variável de limite de velocidade reduz a velocidade de condução, pode-se esperar também uma diminuição no número de acidentes.

Se o painel com mensagem de limite de velocidade variável harmonizar o fluxo de tráfego, ou seja, fizer com que haja menos variação de velocidade nas situações de muito trânsito, o risco de acidentes também pode diminuir. Entretanto, isso não inclui os congestionamentos (Abdel-Aty, Dilmore e Dhinsa, 2006; Abdel-Aty et al., 2008).

Painel com mensagem de limite de velocidade com alerta de neblina

O impacto sobre o número de acidentes do painel com mensagem de limite de velocidade variável que mostra um limite menor (ou velocidade recomendada) e alerta de neblina quando há neblina foi pesquisado nos seguintes estudos:

Janoff, Davit e Rosenbaum, 1982 (EUA);
Stoop, 1994 (Países Baixos) e
Hogema, van der Horst, van Nifterick e Stoop, 1996 (Países Baixos).

Os resultados juntos mostram uma diminuição no número total de acidentes sob neblina de 25% (-44; +1) e uma diminuição no número de mortos de 87% (-92; +77). Nenhum dos resultados é estatisticamente confiável e devem ser considerados incertos, pois podem estar superestimados, já que as pesquisas foram realizadas em locais com um índice especialmente alto de acidentes (não houve controle de efeitos de regressão). Uma possível explicação para o fato de o impacto sobre o número de mortes parecer maior do que sobre os outros acidentes é que os acidentes sob condições de neblina geralmente são mais graves que os demais. Vários estudos demonstraram que a probabilidade de morte em um acidente sob condições de neblina é até quatro vezes maior do que em um acidente sem neblina (Janoff et al., 1982; Al-Ghamdi, 2007).

Diversas pesquisas mostraram que os painéis com mensagens de limite de velocidade reduzido e alertas de neblina reduzem a velocidade média sob neblina (Al-Ghamdi, 2007; Boyle e Mannering, 2004; Cooper e Sawyer, 2005; Hogema et al., 1996; MacCarley et al., 2006; Robinson, 2000). No estudo de Al-Ghamdi (2007) foi encontrada uma redução da velocidade média de 8,2% sob neblina, algo que, segundo o modelo de potência (Elvik, 2009), cor-

responde a uma redução no número de mortes de 30% e a uma redução no número de acidentes com vítimas de 13%. O limite de velocidade nesse estudo foi reduzido para 40 km/h quando a distância de visibilidade era menor do que 200m.

Martin & Perrin (2000) encontraram uma redução nas diferenças de velocidade quando o limite de velocidade foi diminuído sob neblina. Isso se deve, em parte, porque alguns (mas não todos) dirigiram mais lentamente e outros, mais rápido do que teriam feito em outras condições.

Mesmo com painéis de mensagem com limites de velocidade variável ainda há muitos condutores que dirigem muito acima do limite (MacCarly, 2006; Steinhoff et al., 2000). Uma possível explicação para o fato de os condutores não respeitarem os painéis de mensagem variável de limite de velocidade é que eles não confiam na informação. Hogema et al. (1996) encontraram uma velocidade reduzida sob neblina apenas a uma distância da visibilidade de 50 m ou mais. Com uma distância da visibilidade de 35 m, os resultados mostram que a velocidade é mais alta do que sem o alerta de neblina e limite de velocidade (cerca de 45 km/h x cerca de 30 km/h). Isso pode ser explicado pelo fato de o limite de velocidade ser colocado a 60 km/h quando a distância da visibilidade é menos de 70 m. Pode-se pensar que alguns condutores interpretam que uma velocidade próxima a 60 km/h pode ser justificável quando o limite de velocidade não é menor. Uma alteração na distância para com o veículo à frente não foi encontrada por Hogema et al. (1996).

Painel com limites de velocidade variáveis com alertas de condições difíceis de condução

Quando painéis de mensagem com limites de velocidade variáveis mostram uma diminuição do limite de velocidade sob condições difíceis de condução,

como alertas sobre as mesmas, a velocidade média em geral diminui, algo que provavelmente terá um efeito positivo sobre a segurança (Karlberg, 2002; Pilli-Sihvola e Rämä, 1997; Rämä et al., 2001; Ulfarsson et al., 2005). O mesmo se aplica para mensagens de alertas de condições de condução difíceis junto com uma recomendação de diminuição da velocidade (Karlberg, 2002). Os resultados para variação de velocidade, no entanto, estão misturados, isto é, foram encontradas tanto maior quanto menor variação de velocidade.

Rämä et al. (2001) mostraram que o impacto dos painéis de mensagem de limites de velocidade variáveis em relação à velocidade praticada pelos condutores varia de acordo com o limite, período do ano e condições climáticas. As alterações de velocidade em comparação com um trecho de controle de limite de velocidade estabelecido em 100 km/h (placa de limite de velocidade fixa) estão resumidas na tabela 3.20.1.

A interpretação de Rämä et al. (2001) dos resultados é que o limite de velocidade mais baixo reduz a velocidade sob condições de condução difíceis. O aumento da velocidade média quando é mostrado um limite alto de velocidade no painel de mensagem variável sugere que os condutores não levam em conta as condições reais de condução de forma suficiente. Assim, painéis de mensagem variável podem aumentar o risco de acidente se o limite de velocidade mostrado for demasiadamente elevado em relação às condições de condução.

Também outros estudos mostram que painéis com mensagem de limites de velocidade variável nem sempre são positivos para a segurança. Quando os painéis mostram limites de velocidade inalterados sob condições de condução difíceis ou informações sobre boas condições climáticas, a velocidade média aumenta, segundo as pesquisas de Ulfarsson (1997), Boyle (1998) e Boyle e Mannering (2004). No estu-

TABELA 3.20.1: ALTERAÇÕES EM RELAÇÃO AO TRECHO DE CONTROLE ONDE O LIMITE DE VELOCIDADE É 100 KM/H (PLACAS DE LIMITE DE VELOCIDADE FIXAS) EM TRECHOS COM PAINÉIS DE MENSAGEM VARIÁVEL DE LIMITES DE VELOCIDADE.

		Condições viárias e climáticas		
		más	normais	boas
Inverno	80 km/h + placa de perigo: pista escorregadia	-2,5	-1,0	-8,3
	80 km/h	+1,1	+1,3	-3,2
	100 km/h	+7,3	+5,4	+3,9
Verão	80 km/h	-3,0		
	100 km/h		+1,0	+0,4

do de Perrin (2000) e MacCarlay et al. (2006), a velocidade média aumentou, mesmo quando o limite de velocidade foi diminuído. No último estudo, a velocidade média com distância curta de visibilidade aumentou (100-150 pés ou 30-46 metros).

O estudo de Boyle e Mannering (2004) e Ulfarsson et al. (2005) mostrou que os condutores reduziram a velocidade apenas em áreas com painéis de mensagens com alertas textuais, mas que a maioria depois estava dirigindo mais rápido que os condutores que não haviam visto os painéis com alertas textuais. Como não foi realizada nenhuma análise de acidentes, não está claro se o impacto total sobre a segurança é positivo ou negativo. Ambos os estudos foram realizados no mesmo trecho, mas em diferentes horários e com diferentes mensagens nos painéis de mensagem.

Painel com mensagem de limites de velocidade variável e alerta de velocidade em área escolar

Na Noruega, foram testados painéis com mensagem de limite de velocidade variável em área escolar (Amundsen, 1988). Registros de nove escolas reunidos mostraram que a velocidade média diminuiu 11%, de 57 para 51 km/h para todas as escolas. Pode-se esperar que essa redução de velocidade possa, segundo o modelo de potência (Elvik, 2009), levar a uma redução de 25% no número de acidentes fatais e reduzir em 12% os acidentes com vítimas feridas. Lee et al. (2006) mostraram que os painéis com mensagem de alerta para velocidade próximas às escolas levaram a uma redução da velocidade média de 12,4%, algo que, segundo o modelo de potência (Elvik, 2009), pode se esperar que leve a uma redução no número de acidentes com vítimas feridas de 15% e de 29% para acidentes fatais.

Painel com limite de velocidade variável para melhorar a mobilidade

O painel com mensagem de limite de velocidade variável utilizado para melhorar a mobilidade pode afetar a segurança por alterar a velocidade e a variação da mesma. Foram encontrados dois estudos que elucidam algo do impacto sobre o número de acidentes (Robinson, 2000; UK Highways Agency, 2004). Nenhum deles, entretanto, especificou qual o número de acidentes ou qual o método que foi utilizado para calcular essa diminuição, razão pela qual os resultados não podem ser considerados confiá-

veis. Segundo Robinson (2000), a redução do limite na Autobahn (estrada) da Alemanha (100, 80 ou 60 km/h, dependendo do volume de tráfego) levou a uma redução no número de acidentes de 20% a 30%. Segundo a UK Highways Agency (2004), foi observada uma queda de 10% nos acidentes. O limite de velocidade nessa pesquisa foi diminuído de 70 para 60 mph com 1.650 veículos por hora e por faixa para 50 mph com 2.050 veículos por hora e por faixa em autoestradas nos arredores de Londres.

Vários estudos encontraram reduções em ambas velocidade média e variação de velocidade em trechos com diminuição de limite de velocidade em áreas de tráfego denso (Hoogen e Smulders, 1994; Lee e Abdel-Aty, 2008; Pili-Sihvola e Rämä, 1997). Além disso, a diminuição do limite em áreas de tráfego denso pode manter a fluidez, mesmo em situações em que poderiam se formar filas de congestionamento. Nessas situações, a velocidade média resultante é mais alta que sem a diminuição do limite de velocidade. Na pesquisa de Bertini et al. (2006), o tráfego teve uma velocidade média de 30 a 40 km/h. Nas filas de congestionamento, o número de acidentes com danos materiais geralmente aumenta, enquanto que o de acidentes com vítimas é menor que sem o congestionamento. As velocidades de 30 a 40 km/h em autoestradas (não em tantas) não resultaram em nenhum aumento significativo no número de acidentes com feridos.

Painel com mensagem de alerta de velocidade (alerta coletivo)

Os painéis de mensagem variável com alerta coletivo da velocidade mostram o porcentual de condutores que não conduziram acima do limite de velocidade na semana, dia ou hora anteriores e o menor porcentual medido até aquele momento. Foram encontrados três estudos que pesquisaram o impacto deste tipo de painel de mensagens sobre o número de acidentes:

Van Houten, Nau e Marini, 1980 (Canadá);
Van Houten e Nau, 1981 (Canadá) e
Van Houten et al., 1985 (Canadá e Israel).

Com base nesses três estudos, o impacto da redução no número de acidentes (grau de dano não especificado) foi de 50% (-62; -32). Todos os três estudos são, entretanto, simples análises de antes-depois em que não houve controle de outros fatores. O resultado deve, portanto, ser considerado bastante incerto,

e a diminuição de acidentes pode estar superestimada. Os resultados de todos os três estudos mostram, também, que a proporção entre painéis e condutores que dirigiram com velocidade elevada diminuiu. Em vias adjacentes, sem painéis com mensagens de alerta de velocidade, não foi observada nenhuma alteração na velocidade ou nos acidentes (Van Houten et al., 1985). Algumas outras pesquisas têm tentado refutar os resultados desses três estudos. Entre eles, há dois que também encontraram uma redução no percentual dos que conduziram com velocidade mais elevada (Ragnarsson e Björgvinsson, 1991; Muskaug e Christensen, 1995) e um que não encontrou nenhuma alteração no percentual dos que conduziram a velocidades muito altas (Roqué e Roberts, 1989). Uma vez que a maioria dos estudos não relatou nenhuma alteração na velocidade média, não foi calculada a alteração da velocidade média.

Painel com mensagem de alerta de velocidade (alerta individual)

Há apenas alguns estudos sobre o impacto do painel de mensagem de alerta de velocidade individual em relação ao número de acidentes. Helliar-Symons, Wheeler e Scott (1984) mostraram que painéis com a mensagem “SLOW DOWN, PLEASE” (“favor desacelerar”) ou “SLOW DOWN 30” para condutores que dirigiam em alta velocidade reduziu o número de acidentes em 41% (-78; +59), mesmo que não tenha sido encontrado nenhum impacto sobre a velocidade média. O resultado não é estatisticamente confiável e pode ter sido afetado por um efeito de regressão.

Barnard e Cutler (2005) descreveram os painéis que mostravam a mensagem “SLOW DOWN” e uma luz amarela intermitente para condutores que estavam dirigindo acima do limite de velocidade e ao mesmo tempo tirava uma foto deles e enviava para as suas residências com uma carta de advertência. Além disso, foram colocados painéis que disparam sinais de advertências e as faixas foram estreitadas com marcações viárias. Foi encontrada uma redução no número de vítimas de 30% e uma redução no número total de colisões de 48%. Entretanto, não foi descrito como os impactos foram calculados e não pode se excluir o fato de que o impacto possa ter sido causado por um efeito de regressão.

Dois estudos pesquisaram o impacto do painel com mensagem de alerta de velocidade individual que é

exibida junto à realização de controles de velocidade. Na pesquisa de Woo et al. (2007), a mensagem de alerta não teve nenhum efeito significativo sobre a velocidade média, mas fez com que mais condutores mantivessem o limite de velocidade. O estudo de Woolley e Dyson (2003) mostrou que o efeito da mensagem de alerta individual diminuiu com o tempo e que é limitado ao local, ou seja, a velocidade apenas é diminuída no local com a mensagem de alerta de velocidade.

No estudo de Almqvist (1988), a placa com o texto “Você está dirigindo muito rápido – pense nas crianças a caminho da escola” foi mostrada aos condutores que dirigiam com velocidade elevada sobre uma faixa de pedestres com controlador semaforico utilizada por muitos estudantes a caminho da escola. Foram observadas reduções tanto na velocidade média quanto na velocidade do 85º percentil, de até 4 km/h.

Painéis com mensagem de limite de velocidade da via e avisos de curvas e cruzamentos

Winnett e Wheeler (2002) pesquisaram o impacto de se expor o limite de velocidade da via em painéis de mensagem variável para condutores que dirigem em excesso de velocidade (os painéis são colocados a uma distância de 20 a 50 m antes das placas fixas de limite de velocidade) e de painéis de mensagem variável que alertam todos os condutores sobre curvas ou cruzamentos (sem velocidade recomendada ou limite de velocidade). O número de acidentes com feridos diminuiu entre 70 e 80% depois que os painéis foram instalados. Não houve, entretanto, controle de outros fatores e tampouco se prestou atenção a possíveis efeitos de regressão. A gravidade dos acidentes não diminuiu, mesmo que tenham sido observadas reduções na velocidade de até 20%.

Painel com mensagem de velocidade recomendada para caminhões em declive

Janson (1999) pesquisou o impacto de mostrar-se a velocidade recomendada para caminhões (acima de 40.000 libras/18,1 toneladas) em um longo declive em uma autoestrada com muitos acidentes envolvendo caminhões. A velocidade recomendada depende do peso do caminhão (o peso é medido automaticamente). A velocidade média foi 18% mais baixa para caminhões em todas as classes de peso

(33,56 mph) do que para caminhões para os quais não foi mostrada a mensagem de velocidade recomendada (41,14 mph). Isso corresponde, de acordo com o modelo de potência (Elvik, 2009), a uma redução no número de acidentes fatais de 57%, uma redução no número de acidentes com vítimas feridas de 28% e no número de acidentes com danos materiais de 26%. As reduções de acidentes referem-se apenas a caminhões.

Painel com mensagem de alerta de filas de congestionamento

O impacto de painel com mensagens de alerta de filas de congestionamento sobre o número de acidentes foi pesquisado por Cooper et al. (1992) e Persaud et al. (1995). Os resultados mostram que os alertas de filas de congestionamento com a redução do limite de velocidade (50 km/h) reduziu o número de acidentes com feridos em 4% (-22; +17) e aumentou o número de acidentes com danos materiais em 16% (-27; -4). Painel com alertas de filas de congestionamento sem redução do limite de velocidade reduziu o número de colisões traseiras em 24% (-37; -10). Em um estudo realizado por Duff (1971) na Grã-Bretanha, os painéis com mensagens variáveis que alertam sobre acidentes aparentemente reduziram o número de acidentes com vítimas em autoestradas em 44% (-59; -21). O último estudo é, entretanto, a única pesquisa de antes-depois sem grupo de controle, razão pela qual o resultado deve ser considerado incerto. As diferenças entre os resultados de alguns estudos podem ser consequência de diferenças nas condições locais e nos aspectos metodológicos das análises. Os resultados, portanto, não podem ser facilmente generalizados (é pouco provável, por exemplo, que o painel com mensagens de alertas de filas de congestionamento sem limite de velocidade reduzido no geral leve a maiores reduções de acidentes do que o painel com mensagens de alertas de congestionamento com limite de velocidade reduzido).

Vários estudos mostraram que o painel com mensagens de alerta de congestionamento podem alterar o comportamento do condutor, de modo a tornar conflitos e acidentes menos prováveis. Holm e Kotituomi (2000) mostraram que ambas a velocidade e a variação de velocidade diminuíram. Pesti (2008) não encontrou nenhum impacto na velocidade média, mas mostrou que a variação de velocidade e o número de conflitos (entre eles frenagem brusca e mudança de faixa forçada) diminuíram. No estudo

de Høye et al. (2011), foram encontradas possíveis diminuições no número de veículos que circulam muito próximo do veículo à frente quando são mostradas mensagens de alertas de congestionamento (junto com mensagens de alerta de ocorrências) nos painéis de mensagens variáveis. Por outro lado, a velocidade média e a distância de segurança permaneceram inalteradas. Hogema e Goebel (2000) mostraram, em um estudo de simulação, que os condutores frearam mais cedo com o painel com mensagens de alerta de congestionamento do que sem o painel.

O painel com mensagens de alerta de filas de congestionamento fazem com que o veículo mude a rota, algo que também pode afetar o número de acidentes. Isso está descrito mais detalhadamente no capítulo 3.19.

Painel com mensagens de alerta de distância do veículo à frente

Curtas distâncias do veículo à frente normalmente são fatores que contribuem para acidentes, sobretudo para colisões traseiras (Lierkamp, 2003). Helliars-Symons e Ray (1986) pesquisaram o impacto sobre os acidentes dos painéis de mensagem variável que mostram uma das duas mensagens quando o veículo está a uma distância menor que 1,6 segundo do veículo à frente: “direção muito próxima do veículo” ou “direção muito próxima, afaste-se”. Os resultados mostram que o porcentual de veículos sendo dirigidos a uma distância menor que 1 segundo do veículo à frente diminuiu, mas não foi encontrado nenhum impacto estatisticamente significativo sobre o número de acidentes. O número total de acidentes com feridos diminuiu em 6% (-56; +102) e o número de acidentes com feridos que ocorreram devido à direção muito próxima do veículo à frente diminuiu 77% (-97; +99). A grande incerteza dos resultados se deve ao pequeno índice de acidentes.

Painel com mensagens de alerta de distância do veículo à frente como complemento da placa de PARE

Creaser et al. (2007) pesquisaram, em um estudo de simulação, os impactos de diferentes tipos de painéis de mensagens que alertam condutores que precisavam cruzar uma via dupla com alto volume de tráfego com canteiro central em intervalos curtos de tempo. Os painéis foram colocados como placas

complementares sob placas de PARE. Os painéis de mensagem variável mostraram apenas uma advertência geral sobre o tráfego perigoso na via principal ou onde estavam situados os veículos na via principal em relação ao cruzamento, ou quantos segundos faltavam para que o veículo da via principal chegasse até o cruzamento. Todos os tipos de mensagem fizeram com que os condutores esperassem um intervalo de tempo maior do que esperariam apenas com a placa de PARE. Os condutores, no entanto, ficaram também um pouco confusos com os painéis e nem todos perceberam a sua importância.

Painel com mensagens de alerta para faixas de pedestres

Os painéis com mensagens de alerta coletivo para a faixa de pedestres que mostra o porcentual dos veículos que cumpriram a obrigação de ceder a preferência aos pedestres foram examinadas por Malenfant e Van Houten (1989). Foi encontrada uma redução no número de acidentes com pedestres com vítimas de 65%, que é bastante incerta e estatisticamente não confiável (intervalo de confiança de 95% [-96; +199]).

Painel com mensagens de alerta com informações gerais

Tay e Barros (2010) pesquisaram o impacto dos painéis com mensagens de alerta com informações gerais relativas à segurança viária (“não ganhe tempo, salve vidas” e “o excesso de velocidade flagrará você”). Não foi observado nenhum impacto sobre a velocidade ou sobre a variação da mesma. De Craen e Niet (2000) mostraram, com base nas observações de trânsito e entrevistas com condutores, que os condutores não estão particularmente preocupados com os painéis de mensagens com informações gerais.

Impacto na mobilidade

Os painéis com mensagens de redução da velocidade média reduzem a mobilidade. Isso se aplica a mensagens de limite de velocidade variável, mensagens de velocidade coletivas e individuais, de velocidade e de alerta de neblina. Esses painéis no geral reduzem a velocidade média e aumentam, portanto, o tempo utilizado na viagem ou transporte. Os painéis com mensagens de alertas de filas de congestionamento podem reduzir as filas e, portanto,

melhorar a mobilidade (Erke e Gottlieb, 1980). A UK Highways Agency (2004) estudou o impacto dos painéis de mensagem variável de limite de velocidade nas autoestradas ao redor de Londres que foram colocados para melhorar o fluxo de tráfego e evitar congestionamento. O limite de velocidade foi diminuído de 70 para 60 mph (de 113 para 96 km/h) para 1.650 veículos por hora por faixa e para 50 mph (aproximadamente 80 km/h) para 2.050 veículos por hora por faixa. O tempo de viagem e o perigo nos congestionamentos diminuíram, o que pode ser explicado, em parte, pelo limite de velocidade reduzido ou pelo aumento da adesão ao limite de velocidade (mais o controle da polícia). Segundo Allaby (2006), os limites de velocidade variáveis em muitos casos podem harmonizar o fluxo de tráfego e, assim, evitar filas, mas, quando há engarrafamentos, não pode impedir as filas nem reduzir o tempo de viagem.

Os painéis de mensagem variável mostrando vagas de estacionamento em áreas centrais podem reduzir o tráfego de busca por vagas e, assim, melhorar a mobilidade no tráfego. Isso foi o que mostrou um estudo do sistema de direcionamento em estacionamento em Helsingborg (Fredriksson, 2005).

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas que dissessem algo sobre os impactos dos painéis de mensagens variáveis sobre o meio ambiente. A velocidade menor e mais branda pode levar à redução de ruído e de emissões de certos tipos de gases residuais de veículos motorizados. Segundo Zegeye et al. (2010), entretanto, um fluxo de tráfego melhor não leva automaticamente a um menor consumo de combustível e a menos emissões. No entanto, os autores acreditam que um sistema de mensagens de limites de velocidade variáveis que levem em conta, entre outros aspectos, a direção e a força do vento, além de variáveis viárias, possa ser usado para otimizar as emissões e o tempo de viagem.

Custos

Os painéis de mensagens variáveis são mais caros do que as placas convencionais. Não foram encontrados índices de custos noruegueses para os painéis de mensagens variáveis. Segundo os índices de custos apresentados pela US RITA (Research and Innovative Technology Administration), os painéis de men-

sagem variáveis de limite de velocidade custam entre USD 3.200 e 4.400 e os painéis com mensagem de texto de alerta com informações gerais custam entre USD 44.000 e 111.000 (valores de 2007). Na Noruega, um painel com o texto “Sua velocidade é XX quilômetros por hora” custa cerca de NOK 85.000 (Vaa, Christensen e Ragnøy, 1994). Isso inclui os custos para o painel com o texto, um display com LEDs que mostra a velocidade, equipamento de medição de radar montado sobre o semáforo e o suporte sobre o qual o painel é montado.

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontradas avaliações de custo-benefício dos tipos de painéis descritos neste capítulo, tampouco é possível fazer uma análise de custo-benefício completa com base nas informações disponíveis hoje.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a colocação de painéis de mensagem variável pode ser tomada pelas autoridades viárias e pela polícia. Outros critérios mais detalhados para a utilização de painéis de mensagem variável são fornecidos em normas para placas (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009).

Requisitos e procedimentos formais

Outros critérios mais detalhados para a utilização de painéis de mensagem variável são fornecidos nas normas para placas (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009) e no Manual 053, uso de painéis de mensagem variável de trânsito (Statens vegvesen, 2004). Painéis ao longo de vias públicas devem atender aos requisitos das normas para placas (Statens vegvesen, Håndbok 050, 2009). Para painéis de mensagem variável também será necessário o estabelecimento de requisitos para a confiabilidade dos mesmos e para seus fornecedores.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades viárias são responsáveis pela colocação de painéis de mensagem variável ao longo das vias públicas e devem cobrir os custos para tanto.

3.21 SEGURANÇA DOS CRUZAMENTOS RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS

Capítulo revisado em 2009 por Rune Elvik (TØI)

Problema e finalidades

A colisão entre trens e usuários de uma via geralmente leva a lesões graves. Isto ocorre porque a massa do comboio ferroviário é muito maior em comparação à massa dos demais veículos rodoviários. A proteção dos cruzamentos rodoferroviários tem por objetivo reduzir a probabilidade de colisão entre trens e usuários da via. Isto pode ser alcançado por meio da remoção de passagens de nível ou equipando-as com sinais de alerta e barreiras (cancelas).

Descrição da medida

Todas as passagens de nível em vias públicas na Noruega são indicadas pela placa de advertência nº 134, denominada “Cruzamento em nível”. No cruzamento em si, define-se a placa nº 138, “Linha férrea (Cruz de Santo André)”. As orientações para a colocação e o uso destes sinais são detalhadas em manual (Estradas Estaduais, Håndbok 050). O cruzamento em nível pode ser regulado por barreiras automáticas ou operadas, incluindo luz e sinais sonoros, além de portões vigiados ou não. Até o final de 2007, as seguintes formas de cruzamento rodoferroviário estavam em uso (tabela 3.21.1):

Impacto sobre os acidentes

Supressão de cruzamentos em nível. A melhor maneira de evitar os acidentes em cruzamentos em nível é eliminando-os. Com o fechamento do cruzamento em nível, ou o fluxo de usuários desaparece ou ele é deslocado para outro local com oportunidade de travessia. Isso pode ser feito por meio de passagens em desnível ou por sinalização de preferência no nível de passagens.

Proteção dos cruzamentos em nível. O impacto sobre os acidentes em cruzamentos com a utilização de sinalização, iluminação e alertas sonoros foi investigado em vários estudos. Os dados aqui apresentados baseiam-se nos seguintes estudos:

Collins, 1965 (EUA);
California Public Utilities Commission, 1965 (EUA);
Thomas, 1965 (EUA);

TABELA 3.21.1: TIPOS DE CRUZAMENTOS RODOFERROVIÁRIOS EM NÍVEL DA NORUEGA (2007).

Tipos de medidas	Vias públicas	Rodovias privadas
Barreira automática (bloqueio dos dois sentidos de fluxo em cada lado do cruzamento)	85	20
Barreira automática (bloqueio de um sentido de fluxo em cada lado do cruzamento)	186	59
Sinalização automática com luz piscante e alerta sonoro	10	13
Luz de advertência	2	85
Portão não vigiado ou nenhuma medida	42	3.259
Número total de cruzamentos em nível	325	3.426

Schoppert e Hoyt, 1968 (EUA);
 Berg e Oppenlander, 1969 (EUA);
 Schultz, Berg e Oppenlander, 1969 (EUA);
 Planovergangsutvalget, 1970 (Noruega);
 Van Belle, Meeter e Farr, 1975 (EUA);
 Coleman e Stewart, 1976 (EUA);
 Herbert e Smith, 1976 (Austrália);
 Schulte, 1976 (EUA);
 Ricker, Banks, Brenner, Brown e Hall, 1977 (EUA);
 Zalinger, Randers e Johri, 1977 (Canadá);
 Amundsen, 1980 (Noruega);
 Ekblom, Kolsrud e Möller, 1981 (Suécia);
 Eck e Halkias, 1985 (EUA);
 Halkias e Eck, 1985 (EUA);
 Eck e Shanmugam, 1987 (EUA);
 Hauer e Persaud, 1987 (EUA);
 Abrahamsson, Ohlsson e Sjölander, 1991 (Suécia);
 Wigglesworth e Uber, 1991 (Austrália);
 Gitelman e Hakkert, 1997 (Israel);
 Austin e Carson, 2002 (EUA);
 Park e Saccomanno, 2005 (Canadá);
 Saccomanno e Lai, 2005 (Canadá);
 Saccomanno, Park e Fu, 2007 (Canadá) e
 Millegan et al., 2009 (EUA).

Com base nestes estudos, tem-se a melhor estimativa do impacto sobre os acidentes das várias medidas de segurança nos cruzamentos em nível (variação porcentual do número de acidentes):

A maioria dos estudos é do tipo simples, antes-depois, ou seja, sem o controle de variáveis intervenientes. Os resultados apresentados na tabela 3.21.2 são baseados apenas em estudos controlados pela regressão e endogeneidade em modelos multivariados de previsão de acidentes.

A sinalização sonora e luminosa e as barreiras automáticas levam a reduções substanciais no número de acidentes nos cruzamentos em nível. A sinalização de advertência melhora a visibilidade e também reduz o número de acidentes.

Medidas para aumentar o respeito pelas medidas de segurança. Os acidentes são frequentemente associados à falta de respeito para com o sistema de segurança, como a obediência a um sinal de luz vermelha, por exemplo. Acontece, também, que os veículos quebram sobre as passagens de nível.

TABELA 3.21.2 IMPACTOS DA PROTEÇÃO DE CRUZAMENTOS EM NÍVEL ENTRE RODOVIAS E FERROVIAS. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Medidas	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de impactos dos acidentes	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Sinal sonoro de alerta para a aproximação do trem	Acidentes em cruzamentos em nível	-26	(-53; +16)
Sinalização de advertência de perigo nos cruzamentos em nível	Acidentes em cruzamentos em nível	-23	(-33; -12)
Sinalização de parada obrigatória nos cruzamentos em nível	Acidentes em cruzamentos em nível	-65	(-86; -12)
Sinalização sonora e com luz piscante onde antes havia apenas sinalização de advertência	Acidentes em cruzamentos em nível	-51	(-64; -33)
Instalação de barreiras onde antes havia apenas sinalização sonora com luz piscante	Acidentes em cruzamentos em nível	-45	(-56; -32)
Instalação de barreiras onde antes havia apenas sinalização de advertência	Acidentes em cruzamentos em nível	-68	(-76; -57)
Recursos para melhorar a visibilidade nos cruzamentos em nível	Acidentes em cruzamentos em nível	-44	(-68; -5)

Um estudo canadense (Wilde, Cake e McCarthy, 1976) mostrou que o respeito à regulamentação (sinal e sonoridade) está relacionado com a extensão e variação do tempo de advertência antes que o trem ultrapasse o cruzamento em nível. Quanto mais cedo o alerta sonoro começar em relação à chegada do trem e quanto mais esse período de espera variar de trem para trem, menor é o respeito às normas de trânsito.

É possível utilizar alertas visuais e sonoros com tempos pré-fixados de ativação, como, por exemplo, um dispositivo que adapte o tempo de advertência e de descida da cancela de acordo com a velocidade do comboio ferroviário, de modo que a cancela sempre descerá quando faltar determinado tempo fixo para o trem passar, como, por exemplo, 30 segundos. Estudos americanos (Halkias e Eck, 1985; Bowman, 1987) sugerem que a sinalização luminosa e o sistema sonoro, assim como o tempo fixo de ativação da cancela, resultam em cerca de 20% menos acidentes do que os sistemas similares, com tempo de ativação variável. Os resultados são baseados em poucos acidentes e não são estatisticamente confiáveis; no entanto, sugerem que tais sistemas podem melhorar a segurança nos cruzamentos em nível.

Impacto na mobilidade

A utilização de barreiras em cruzamentos rodoferrviários em nível resulta em maiores tempos de espera nos pontos de passagem, inclusive mais do que o estritamente necessário para a passagem do trem no cruzamento. Considerando o número de comboios ferroviários diários, na maioria dos locais este valor é significativamente menor do que o número de usuários diários das rodovias, dos quais apenas uma minoria estará sujeito a determinado atraso. O Comitê de Passagens de Nível norueguês (1970) estima uma média de tempo de atraso por veículo de 0,8 segundo, considerando-se as seguintes condições: cruzamento em nível com média de tráfego anual de 10.000 veículos na rodovia; 15 trens durante a noite e mais 15 trens durante o dia; tempo de atraso gerado por cada comboio ferroviário igual a 40 segundos (tempo durante o qual a cancela está abaixada), e chegada de veículos no cruzamento distribuída aleatoriamente.

Impacto no meio ambiente

Os impactos das medidas de segurança em cruzamentos em nível para as condições ambientais não

foram documentados. A utilização de alertas sonoros pode ser desconfortável em áreas residenciais, especialmente à noite. A emissão de gases do escapamento dos veículos poderia aumentar devido às paradas, retenções e retomada de movimento dos veículos. Os efeitos reais não foram quantificados.

Custos

Os custos da proteção dos cruzamentos em nível variam conforme as condições locais do terreno e o escopo das medidas. Os custos médios aproximados (na Noruega) para as diferentes medidas são:

- Sinalização de advertência: NOK 5.000 a 10.000;
- Sinalização sonora e luminosa: NOK 400.000 a 600.000;
- Barreira automática NOK 600.000 a 1.000.000;
- Custo operacional anual das barreiras: NOK 5.000 a 10.000.

Avaliações de custo-benefício

O número anual médio de acidentes por cruzamento em nível nas vias públicas é de cerca de 0,007 acidente (média de 2003 a 2007). O número anual médio de acidentes por cruzamentos em nível em vias privadas é de aproximadamente 0,00096 acidente. Estes números são muito baixos. A maioria dos acidentes nos cruzamentos em nível nas vias públicas acontece nas passagens em nível já sinalizadas com alertas visuais e sonoros ou barreiras. A maioria dos acidentes em cruzamentos em nível em vias privadas ocorre em passagens sem medidas de segurança, ou seja, cruzamentos onde há apenas um portão, que o próprio usuário abre e fecha.

O número anual de acidentes por cruzamento em nível é tão baixo que dificulta a identificação de pontos críticos de acidentes com base nos registros de acidentes. É extremamente raro que um cruzamento em nível tenha mais de um acidente por ano. O número anual de acidentes registrados em um cruzamento em nível resulta, em grande parte, do acaso e não pode ser interpretado como uma medida confiável do nível de segurança do cruzamento em nível em longo prazo.

Em passagens em nível de vias privadas, a utilização de sinalização sonora e de luz, ou mesmo a instalação de barreiras, não apresenta boa relação custo-benefício na maioria dos casos. Um custo de

investimento de, por exemplo, NOK 1 milhão corresponderia a um valor presente repetido ao longo de 25 anos (4,5% ao ano de juros) para evitar 0,067 acidente com feridos por ano. Este valor é muito maior do que a taxa média anual de acidentes atual por cruzamento em nível, tanto em vias públicas como privadas.

Isso não significa que as medidas de segurança implementadas não valham a pena. Uma estimativa em uma edição anterior deste livro (Elvik, Vaa e Østvik 1989, s 215) mostra que a Rede Ferroviária Norueguesa (NSB), no período de 1972 a 1979, quando houve grandes investimentos no tratamento dos cruzamentos em nível em vias públicas, investiu cerca de NOK 100.000 por acidente com ferido evitado. Este investimento é baixo, se considerarmos que o custo médio atual para a prevenção de um acidente com ferido na Noruega é de NOK 3.560.000.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para garantir um cruzamento em nível na via pública na maioria dos casos pode ser tomada por autoridades rodoviárias ou pelo responsável pela administração da rodovia. A maioria das travessias em vias públicas já está equipada com barreiras e sinalização visual e sonora. A iniciativa para garantir a passagem em nível particular pode ser tomada pela via férrea ou pelo usuário.

Requisitos e procedimentos formais

Requisitos técnicos para cruzamentos em nível são determinados pela União Internacional das Ferrovias (UIC), da qual a Rede Ferroviária Norueguesa (NSB) é afiliada. As ferrovias seguem estes requisitos. O departamento de administração ferroviária trata de casos individuais referentes aos cruzamentos das ferrovias. Nas rodovias estaduais, o departamento de estradas em cada estado trata das questões relativas aos cruzamentos em nível nas rodovias. O município é responsável pelas questões relacionadas aos cruzamentos em nível nas vias municipais. O departamento de administração ferroviária tem o poder de decisão sobre a sinalização da via nos cruzamentos em nível. Os vários tipos de sinalização para cruzamentos em nível devem seguir a padronização (Estradas Estaduais, Håndbok 050, de 2009).

Responsabilidade pela execução da medida

A Rede Ferroviária Norueguesa (NSB) é, juntamente com a autoridade da via pública ou o proprietário dos terrenos, responsável por garantir as passagens de nível. Os custos das passagens de nível nas vias públicas são incorporados pela ferrovia. Os custos para a construção e segurança das novas passagens de nível são normalmente cobertos pelos responsáveis pela construção das vias. A Rede Ferroviária Norueguesa (NSB) pode fornecer suporte se a obra exigir o fechamento da passagem de nível existente. Os custos com a sinalização dos cruzamentos em nível nas vias públicas são abrangidos pela rodovia estadual, distrital ou municipal ou, ainda, pelo conselho das vias municipais.

3.22 ÁREAS AMBIENTAIS

O capítulo foi escrito em 2004 por Astrid Amundsen (TØI)

Problema e finalidades

Problemas ambientais de tráfego viário local são particularmente grandes em centros antigos ou bairros urbanos centrais. Estas áreas tiveram um grande crescimento de tráfego. No entanto, nem a infraestrutura viária, nem as edificações, nem o ambiente foram projetados para lidar com os problemas que o crescimento do tráfego está trazendo.

A área ambiental pode ser usada para melhorar as condições em diferentes áreas com vários problemas ambientais. A finalidade de estabelecer uma área ambiental é ver os diferentes problemas ambientais da região e criar medidas para melhorar as condições no contexto. Em uma área ambiental, as condições deverão ser adaptadas para melhorar o ambiente para os residentes, pedestres e arquitetura da cidade como um todo. Isso também inclui medidas para melhorar a segurança viária para os usuários vulneráveis dentro da área.

As áreas ambientais atualmente são uma “idéia em desenvolvimento” na maioria dos países. Hoje em dia, há várias definições diferentes do termo; na Suécia de hoje o termo é usado de modo a referir-se a normas ambientais específicas para o tráfego pesado que atravessa a área. Em um relatório (Amundsen et al., 2003) preparado com base na mensagem parlamentar nº 23 do Ministério do Meio Ambiente

(2001- 2002), a área ambiental foi definida da seguinte forma:

Uma área geográfica claramente definida dentro das áreas urbanas, considerada vulnerável, onde há uma necessidade de medidas específicas destinadas a reduzir/prevenir vários impactos ambientais (especialmente aqueles gerados pelo tráfego). Estas medidas devem ser vistas no conjunto.

Exigências ou medidas específicas que devem ser aplicadas dentro de uma área ambiental podem ser determinadas localmente, em razão de problemas ambientais da região, em função da qualidade ambiental desejada e das condições climáticas e topográficas locais. Para algumas medidas, também depende-se de decisões autorizadas pelas autoridades centrais. Meios disponíveis, custos associados à implementação, opções de controle e/ou organização prática constituem possíveis limitações. A escolha das medidas também deve ser adaptada à perspectiva de tempo que se tem para que a qualidade ambiental que se deseja seja alcançada. Em algumas áreas, haverá a necessidade de se adotarem medidas com efeito imediato, enquanto que em outros lugares será possível investir em medidas de longo prazo.

Descrição da medida

Na Noruega, somente o município de Drammen introduziu uma área ambiental. As medidas que foram introduzidas incluem: regras de estacionamento, bicicletas urbanas, facilidades para estacionamento de bicicletas e outros (Amundsen et al., 2003). Em Oslo está em progresso o desenvolvimento de uma área ambiental em Groruddalen, (Administrativ arbeidsgruppe Groruddalen, 2003). Este projeto se concentrará em medidas que reduzam o transporte motorizado, incluindo facilidades para pedestres e ciclistas, bem como a melhoria do ambiente em subáreas específicas.

Na Suécia foram estabelecidas áreas ambientais em quatro cidades: Estocolmo, Gotemburgo, Malmö e Lund. Lá escolheu-se usar uma mesma medida estabelecendo os requisitos para a utilização de filtros de partículas nos veículos pesados que não cumpram determinadas normas ambientais. Na Inglaterra foi introduzido um projeto-piloto equivalente ao de áreas ambientais (*clear zones* ou “áreas desobstruídas”). As medidas introduzidas neste caso são uma combinação de moderação de tráfego (*traffic*

calming), criação de novas ciclovias, *park and ride* (que é a facilidade de estacionamento em conexão com o transporte público) e várias medidas coletivas (Amundsen et al. 2003).

Na Noruega, há abertura para o uso de várias medidas nas áreas ambientais. Quais requisitos deverão ser estipulados variará de região para região, dependendo de seus problemas ambientais. Para que as medidas tenham o melhor impacto, é preciso que as condições atuais sejam bem documentadas. Também é necessário identificar como as condições mudarão com o tempo, caso a área ambiental não seja criada. Os resultados dessa avaliação serão, então, comparados com o impacto previsto das diversas medidas de melhoria do meio ambiente.

Onde as áreas ambientais são adequadas? Áreas ambientais são apropriadas principalmente em partes das cidades (e áreas urbanas) que são sobrecarregadas especificamente de poluição sonora, emissão de poluentes e tráfego motorizado. Na Suécia usa-se a área ambiental em áreas que são particularmente sensíveis a interferências de tráfego (SOU 1994: 92). Com isso, quer-se dizer áreas que (Markung, 1997):

- conttenham muitas residências;
- tenham ruas com muitos pedestres e ciclistas;
- tenham urbanizações que sejam sensíveis ao tráfego;
- tenham parques ou espaços verdes lesados por emissões do tráfego motorizado.

Áreas ambientais são particularmente adequadas em áreas com diferentes tipos de problemas ambientais e podem ser úteis para examinar diversas medidas relacionadas.

Delimitação da área: a delimitação geográfica da área deve ser simples e clara. A delimitação é determinada por aquilo a que as áreas são sensíveis (número de residências/número de pessoas que permanecem ao ar livre na área) e, pela localização/distribuição de poluentes e outros problemas ambientais. A área deve ser de tamanho especificado.

Os requisitos aplicáveis em uma área ambiental geralmente serão mais rigorosos que os aplicáveis em áreas vizinhas. A área ambiental deve, portanto, ser diferenciada e sua delimitação deve se enquadrar nos requisitos conforme diferentes disposições. Devem, também, ser estabelecidos sistemas de fiscalização e controle, de modo que os impactos ambientais sejam como pretendidos e que aqueles que

violem as disposições não consigam quaisquer benefícios (Kolbenstvedt et al., 2000).

Possíveis medidas em uma área ambiental: há várias medidas que podem ser implementadas para melhorar a segurança de tráfego viário de usuários vulneráveis dentro da área ambiental. Os requisitos aplicáveis a uma área ambiental deverão estar relacionados a:

- restrição de tráfego;
- limites de velocidade;
- medidas viárias técnicas.

Várias medidas podem ser empregadas para restringir o tráfego. Por outro lado, medidas de restrição de tráfego em uma área ambiental seriam equivalentes àquelas que podem ser usadas para o reordenamento do trânsito. Outras medidas apropriadas nesta área são restrições rígidas de estacionamento (prazos/preços mais elevados) e número limitado de vagas de estacionamento na área, se necessário, reservadas para os próprios residentes.

Uma opção pode ser a de proibir um ou mais tipos de veículos na área durante todo o dia ou em determinados períodos. A *proibição de veículos pesados* à noite e em horários do dia em que muitos pedestres caminham ao ar livre, por exemplo, dão impactos ambientais mais positivos. A poluição do ar e a poluição sonora diminuem e, além disso, as vias ficam mais seguras para pedestres e ciclistas.

Limites de velocidade especialmente baixos também podem ser usados para restringir o tráfego na área, reduzindo o impacto ambiental e reduzindo vítimas em caso de acidentes.

As condições de tráfego e a segurança dos usuários vulneráveis devem ser priorizadas acima da mobilidade de outros usuários da via. Medidas viárias mais abrangentes podem ser túneis/passagens ou desvios. Outras medidas adequadas podem ser faixas de rodagem mais estreitas para veículos motorizados e que a área beneficie os usuários vulneráveis.

Impacto sobre os acidentes

Dependendo de quais medidas são implementadas, a segurança viária poderia melhorar na área ambiental, especialmente para pedestres e ciclistas. Em qual grau a segurança viária atingirá a redução de acidente depende, entre outros, se as medidas reduzem o nível de velocidade na área, o tráfego de passagem ou em qual medida separa os grupos de usuários. Não foi feito nenhum cálculo sobre isso em conexão com os estudos do estabelecimento da área ambiental.

Impacto na mobilidade

Dependendo de quais medidas forem implementadas, a mobilidade para pedestres e ciclistas poderá ser melhorada na área. A proibição de veículos pesados que não cumpram determinados requisitos ambientais reduz claramente a mobilidade para o transporte de mercadorias que requer esses veículos.

Impacto no meio ambiente

Os impactos de uma área ambiental no meio ambiente variarão, dependendo de quais medidas forem implementadas. Nas três cidades suecas, a emissão de partículas de veículos pesados foi reduzida, como mostra a tabela 3.22.1. Em 1999, as exigências ficaram mais restritivas e levará alguns anos antes que o impacto possa ser descrito com mais precisão.

Em 2001 os impactos reais das vias ambientais de Estocolmo foram avaliados com a ajuda de dados sobre a frota de veículos, medições e cálculos (Burman e Johansson, 2001). Encontrou-se que 90% dos veículos pesados que trafegavam por vias ambientais em 2000 atendiam às exigências ambientais.

Com base nestes dados, os cálculos mostraram que várias das metas de redução de emissões foram alcançadas. Comparando-se a uma situação sem uma área ambiental, na área ambiental observou-se que:

TABELA 3.22.1: REDUÇÃO DE EMISSÕES DE VEÍCULOS PESADOS COMO RESULTADO DA ÁREA AMBIENTAL EM ESTOCOLMO, GÖTEBORG E MALMØ. REDUÇÃO ESPERADA PARA 2001 E REDUÇÃO REAL ENTRE 1996-1997. PORCENTUAL DE EMISSÃO NA SITUAÇÃO ANTERIOR. FONTE: Trivector 1997.

Cidade	Partículas		Hidrocarboneto		Óxidos de nitrogênio	
	Esperado	Real	Esperado	Real	Esperado	Real
Estocolmo	35	15	16	5	9	8
Göteborg	34	21	20	9	2	2
Malmö	34	17	20	8	2	1

- as emissões de óxidos de nitrogênio de veículos pesados na área diminuiram 10%, ou seja, o mesmo que o esperado;
- a emissão de partículas de veículos pesados diminuiu em torno de 40%, contra um esperado de 50%.

Custos

Os custos da introdução de áreas ambientais variam de acordo com as medidas escolhidas e os requisitos estipulados para os impactos. Os problemas ambientais do local antes da introdução da área ambiental e suas medidas reais também afetarão os custos.

Os custos devem ser considerados em termos de custos de saúde associados ao ruído e à poluição. Os custos sociais anuais da poluição sonora advinda do trânsito é estimado em NOK 2,5 bilhões (Statens forurensningstilsyn et al., 1996). A Statens forurensningstilsyn, autoridade responsável pelo controle da poluição, sugere que os custos ambientais e da saúde totais relacionados ao NO₂ e partículas são, respectivamente, NOK 3,5 e NOK 5,5 bilhões por ano. Os cálculos, realizados pela Statistisk Sentralbyrå (Escritório Central de Estatística), estimam que os custos ambientais e de saúde somente para Oslo sejam de NOK 1,7 bilhão por ano (Miljøvern-departementet, 1997A).

Avaliações de custo-benefício

Novos componentes e benefícios estão relacionados aos impactos no meio ambiente, na saúde e na segurança. Além dos custos, deve-se, além da medida, considerar os gastos com aqueles que sofrerem desvantagens como resultado da medida.

Com base nas áreas ambientais suecas, podem-se estipular as relações de benefícios e custos (Trivector, 1997). Nesse caso focou-se nos custos de transporte, porque o veículo precisar ser substituído ou adaptado. Em Göteborg os custos para o período de 1996 a 2001 foram calculados em SEK 128 milhões. O benefício ambiental foi calculado pelos valores em NOK/kg de emissões, que em 1997 utilizou o valor de NOK 101 milhões nos projetos suecos de infraestrutura. Caso se considere que os benefícios ambientais são maiores em áreas urbanas do que na média de todas as áreas, pode-se pensar que os benefícios excedem os custos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O planejamento e o estabelecimento de áreas ambientais exigem ampla cooperação entre município, moradores da área em questão, setores que deverão executar as medidas e, em muitos casos, também as autoridades governamentais (Kolbenstvedt et al., 2000; Amundsen et al., 2003).

Requisitos e procedimentos formais

A autoridade municipal é responsável por decidir criar uma área ambiental ou não. Também deve ser decidido se a área ambiental envolve mudanças no plano de desenvolvimento municipal.

Muitas das medidas que podem ser implementadas em uma área ambiental são legalizadas nos planos de ação da construção civil, do controle de poluição, do tráfego motorizado e das vias públicas. O § 7 do código viário tem a autoridade de proibir grupos específicos de veículos/usuários nas vias. A questão de alterações nas restrições de estacionamento é responsabilidade principalmente do município (conforme § 8 do código viário). O município pode introduzir taxas de estacionamentos e tem a opção de reservar vagas para moradores e trabalhadores da área (cf. Torgersen et al., 1998).

Responsabilidade pela execução da medida

Para o estabelecimento de instalações físicas para pedestres e tráfego de bicicletas, a distribuição de responsabilidades variará de acordo com as condições das vias. O responsável pelas vias deverá arcar com a limpeza, sistemas antirruído e vegetação.

3.23 CONTROLE DE VELOCIDADE EM ACESSOS

O capítulo foi escrito em 2010 por Alena Høyevik (TØI)

Problema e finalidades

Os congestionamentos em rodovias geralmente se originam em acessos obstruídos, de modo que o congestionamento se alastra até a rodovia. Os conflitos podem ser, muitas vezes, estreitamento de

faixas, quando muitos veículos tentam entrar na rodovia. Os tipos mais comuns de acidentes em acessos são as colisões traseiras e laterais, que ocorrem quando os veículos freiam ou mudam de faixa na rodovia para abrir espaço aos veículos provenientes do acesso (Cleavenger e Upchurch, 1999). Ocorrem mais acidentes na rodovia em função da entrada/saída de veículos que no acesso em si. Os congestionamentos e os acidentes podem ser reduzidos diminuindo-se o número de veículos que acessa as rodovias e também quando este acesso é realizado por meio de uma única faixa (ou seja, um veículo por vez acessa a rodovia).

O controle da velocidade nos acessos tem o objetivo de otimizar o fluxo de tráfego nas rodovias, evitando assim, desacelerações e retomadas de velocidade. O controle da velocidade no acesso também reduz as variações de velocidade nas rodovias e mantém a distância de segurança em relação ao veículo à frente, aumentando as condições de segurança. O controle da velocidade em acesso é usado principalmente em momentos de congestionamento mais intenso, podendo ser utilizado também em caso de acidentes ou de outros tipos de incidentes que criam problemas de congestionamento (Papageorgiou e Papamichail, 2007).

Descrição da medida

O controle da velocidade no acesso é descrito aqui como um controle dinâmico de tráfego, cuja finalidade é melhorar o fluxo de tráfego por meio da limitação da entrada de veículos a partir de um acesso (ou outra forma de entrada) a uma rodovia principal (Bellemans et al., 2006). O controle de velocidade nos acessos, também conhecido como “controle de acessos” (Statens vegvesens, Håndbok 048, 2007),

é uma medida tipicamente utilizada em rodovias de maior capacidade, podendo ser também relevante para outras rodovias de menor capacidade com certa densidade de acessos. No acesso, instala-se um semáforo que regula a entrada dos veículos na rodovia expressa. Quando a luz fica verde, geralmente apenas um veículo é liberado para passagem (figura 3.23.1). A capacidade é ajustada pela duração da luz vermelha. Desta forma, grandes grupos de veículos são dissolvidos. A frequência em que é permitida a passagem de um veículo depende da densidade do tráfego na rodovia expressa. Uma grande quantidade de veículos na rodovia expressa pode gerar congestionamento e atrasos na entrada de veículos a partir de acessos. Para evitar problemas de congestionamento em outras partes do sistema rodoviário, o controle da entrada de veículos é geralmente programado de modo que o número de veículos liberados para entrar na rodovia aumenta à medida que aumenta o número de veículos esperando no acesso. O controle de velocidade no acesso geralmente é desativado quando há pouco volume de tráfego na rodovia expressa e quando a velocidade média é alta. Nessas situações, o controle da velocidade não é necessário, e sua intervenção pode causar problemas devido à alta velocidade na rodovia expressa.

O controle de velocidade nos acessos é mais eficaz quando o acesso tem capacidade de comportar mais veículos e quando há a necessidade de uma longa distância para a aceleração. Além disso, pode ser necessário dar um aviso prévio sobre o controle no acesso, a fim de evitar conflitos e colisões traseiras nos acessos (Piotrowicz e Robinson, 1995).

A forma mais comum de controle de velocidade no acesso é o chamado **controle cronometrado** (operação em tempo fixo), ou seja, o veículo é liberado para entrar na rodovia em intervalos fixos.

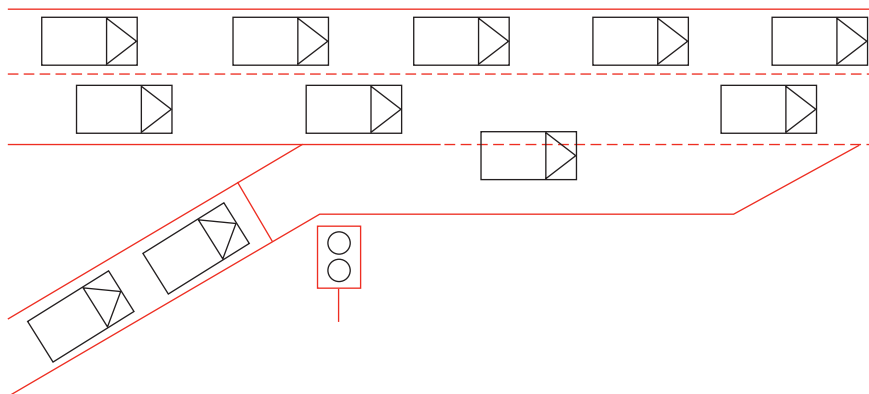


Figura 3.23.1: Controle de velocidade em acesso.

Os resultados podem variar dependendo da condição típica do tráfego em diferentes períodos do dia; porém, não se levam em consideração as condições reais do tráfego no momento. Esses sistemas podem aumentar a segurança, uma vez que grandes aglomerações de veículos querendo entrar na rodovia são desfeitas, mas haverá certo impacto indesejado sobre o fluxo da rodovia (Piotrowicz e Robinson, 1995; Kotsialos e Papageorgiou, 2004).

A forma mais avançada de controle de velocidade no acesso é o chamado **controle atuado pelo tráfego**. Nos sistemas de controle atuados pelo tráfego, os intervalos de luz verde dependem das condições vigentes do tráfego tanto na rodovia expressa quanto no acesso. Sendo assim, pode-se alcançar grande melhoria para o fluxo de veículos nas rodovias, sendo possível adaptar o sistema a eventos imprevistos que venham a ocorrer, tais como os acidentes. A Noruega deve, conforme o Manual 048 (Statens vegvesens, 2007), controlar os acessos em rodovias. As duas formas mais comuns da gestão do controle de acessos são a “demanda-capacidade” e a “aceitação de *gaps*” (ou brechas) (Kang e Gillan, 1999). Com o método demanda-capacidade, os intervalos de luz verde dependem da quantidade de veículos nas rodovias e no acesso. O objetivo do método de “aceitação de *gaps*” é liberar a entrada do maior número de veículos possível na rodovia expressa quando houver *gaps*.

Os controles de velocidade em vários acessos em uma rodovia podem estar conectados entre si para formar um controle viário coerente. O número de veículos liberados para entrar na rodovia, então, depende não só das condições do tráfego local, mas também do tráfego a montante e a jusante do acesso. O controle de velocidade em acessos também pode ser implementado como parte de um controle de tráfego mais abrangente, isto é, com limites de velocidade variáveis (ver capítulo 3.20) e seleção dinâmica de rota (Bellemans et al., 2006; ver também o capítulo 3.19). Quando o acesso é utilizado pelo transporte coletivo, como ocorre na Noruega, as faixas de ônibus devem estar fora do sistema de controle semafórico que regula o acesso (Statens vegvesens, 2007, Håndbok 048). Se houver a necessidade de controlar a entrada dos ônibus também, ela deve ser regulada por um controle semafórico (ver capítulo 3.18) (Piotrowicz e Robinson, 1995).

O mesmo tipo de controle de velocidade em acesso também pode ser utilizado em ligações rodoviárias, isto é, em acessos que ligam a outras rodovias

expressas. Além disso, a medida também pode ser aplicada ao longo do trajeto de uma rodovia, como, por exemplo, para o controle do tráfego em estreitamentos de faixas (devido a alguma interdição) em pontes e túneis (Piotrowicz e Robinson, 1995).

Na Noruega, o controle de velocidade em acessos também é usado em alguns lugares para melhorar a mobilidade para o transporte público (cedendo prioridade para os ônibus em Østensjøveien, Oslo, por exemplo).

Impacto sobre os acidentes

O controle de velocidade em acessos pode reduzir acidentes de várias maneiras. Com o controle, não ocorre uma grande concentração de veículos entrando na rodovia, pois ele faz com que apenas um veículo de cada vez tenha acesso à rodovia. Isso melhora o fluxo de tráfego na rodovia e reduz os congestionamentos, bem como a necessidade de desaceleração e retomada de velocidade (Abdel-Aty et al., 2007; Kang e Gillen, 1999; McLean et al., 1998; Papageorgiou e Papamichail, 2007). Um estudo baseado em observações de vídeos em áreas de acesso mostrou que o controle de velocidade em acessos reduz o número de veículos mudando de faixa na rodovia expressa. Enquanto que com o controle de acessos apenas 3% dos veículos mudaram de faixa em uma área de acesso, na rodovia sem controle de acessos 10% dos veículos mudaram de faixa em uma área de acesso. O mesmo estudo mostrou que com o controle de acessos havia também menos veículos que desaceleravam na rodovia para ceder espaço aos veículos provenientes dos acessos (McLean et al., 1998). Distâncias curtas em relação ao veículo à frente podem levar a colisões traseiras, e a mudança de faixa pode causar acidentes com colisões laterais (Erke et al., 2005; Rämä e Kulmala, 2000).

Vários estudos mostraram que os congestionamentos aumentam o risco dos acidentes (Sullivan, 1990; Noland e Quddus, 2005). Uma melhor gestão do tráfego envolve menos variações de velocidade e menos veículos trafegando a uma pequena distância do veículo à frente. Outros estudos apontam que a relação entre o fluxo de tráfego, velocidade, densidade de veículos e risco de acidente nem sempre é linear, e a redução dos congestionamentos nem sempre reduziria o risco de acidentes (Garber e Subramanian, 2001; Golob e Recker, 2004). Em Wang et al. (2009) não foram encontradas correlações entre os congestionamentos e os acidentes quando vários

outros fatores foram controlados. Além disso, os acidentes sob trânsito intenso (em baixa velocidade) tendem a ser menos graves que aqueles ocorridos em condições de fluxo livre e em alta velocidade (Noland e Quddus, 2005).

A relação entre as variações de velocidade e acidentes também é um tanto controversa. Vários estudos encontraram uma relação entre a alta variação da velocidade e o risco de acidentes (Aljanahi et al, 1999, por exemplo). Por outro lado, outros estudos mostram que essas relações podem ser explicadas pela relação entre velocidade média e variação de velocidade (Elvik et al., 2004), pelo uso de dados agregados nas análises (Davis, 2002), ou podem ser resultante de erros nas medições de velocidade (Hauer, 2003).

Há muitos estudos utilizando simuladores para analisar o impacto do controle de acessos. Contudo, o impacto dos acidentes só foi pesquisado em alguns poucos estudos. Os resultados apresentados baseiam-se nos seguintes estudos sobre os efeitos nos acidentes:

Cleavenger e Upchurch, 1999 (EUA);
Cambridge Systems Inc., 2001 (EUA);
Olmstead, 2004 (EUA) e
Henry e Meyhar, 1989 (EUA).

O efeito combinado de 18% na redução dos acidentes não foi estatisticamente significativo (intervalo de confiança de 95% [-37; 7]). Todos os resultados aplicam-se aos acidentes de um segmento da rodovia onde havia um acesso, bem como aos acidentes no próprio acesso. Cleavenger e Upchurch (1999) mostram que o controle de acessos reduz o número de acidentes nas rodovias, enquanto que o número de acidentes aumentaria nos acessos; o impacto total seria uma redução no número de acidentes, pois há menos acidentes nos acessos que nas rodovias. Há poucos resultados para que sejam elaboradas análises mais detalhadas sobre, por exemplo, as características do controle de acessos que resultou em uma maior redução dos acidentes.

A maioria dos estudos apresentou um controle satisfatório de variáveis de confusão, de modo que ou foi aplicado algum tipo de controle ou utilizaram-se modelos multivariados a fim de controlar as variáveis de confusão. Os resultados provavelmente não são impactados pela regressão para a média, uma vez que o controle nos acessos geralmente é imple-

mentado para solucionar problemas de tráfego, e não pela elevada taxa de acidentes.

Nenhum dos estudos abordou especificamente a gravidade dos acidentes ou apresentou resultados para diferentes gravidades de lesões. Os acidentes sob condições de trânsito pesado ou congestionamento geralmente ocorrem em velocidades mais baixas que a dos outros tipos de acidentes (Noland e Quddus, 2005). O controle de velocidade em acessos deve, portanto, ter um maior impacto sobre os acidentes menos graves do que sobre os acidentes mais graves.

Vários outros estudos conduzidos nos EUA examinaram o impacto do controle de acessos sobre os acidentes, porém os resultados não foram incluídos nas meta-análises, porque não foi possível calcular seus pesos estatísticos. São os seguintes estudos:

- Lee et al. (2006): O número de acidentes diminuiu entre 5 e 37%. Os resultados baseiam-se na observação e simulação dos impactos sobre o fluxo de tráfego e em um modelo de correlação entre as diferentes variações do fluxo de tráfego (volume, velocidade, distância do veículo à frente e variação de velocidade, por exemplo) e acidentes;
- Piotrowicz e Robinson (1995): O número de acidentes por acesso com controle de velocidade seria entre 25 e 50% mais baixo que em um acesso sem controle. O resultado baseia-se em certo número de estudos de caso em que foram realizadas análises antes-depois ingênuas;
- Persaud et al. (1996): Os resultados dos modelos de regressão mostram que o número de acidentes do tipo colisão traseira diminuiu entre 18 e 28%. Outros acidentes diminuíram entre 1,4 e 8%. Os resultados aplicam-se apenas aos acidentes nas rodovias. Os acidentes nos acessos não foram levados em consideração pela análise.

Um estudo simulado (Abdel-Aty e Vikash, 2008) mostrou que o controle de velocidade em acesso pode acarretar a migração de acidentes, ou seja, uma redução do número de acidentes em determinado local e o aumento do número de acidentes em outros locais próximos no sistema viário.

Impacto na mobilidade

O principal objetivo do controle de velocidade em acessos é melhorar o fluxo de tráfego. Em vários estudos foram observados o aumento da capacidade, a

redução dos congestionamentos, o aumento da velocidade média e a redução da variação da velocidade (Gomes et al., 2008; Piotrowicz e Robinson, 1995, e Papageorgiou e Papamichail, 2007, por exemplo). Embora o controle resulte em atrasos nos acessos, o tempo total das viagens é reduzido (Gomes et al., 2008). A redução do tempo total de viagem foi encontrada em diferentes estudos: 33% (Kotsalis et al., 2004); entre 20 e 48% (Henry e Meyhar, 1998; citado por US DOT, 1996); 22% (Cambridge Systematics, 2001), e acima de 26% (Hellings e Van Aerde, 1995). A capacidade aumentou em 22%, e a velocidade média aumentou de 34 a 46 mph (55 a 74 km/h) em um estudo de Henry e Mayhar (1998; citado por US DOT, 1996). A Cambridge Systematics (2001) mostra que a capacidade diminuiu em 9% fora do horário de pico e em 14% durante o horário de pico quando da desativação do controle de acessos.

O controle nos acessos pode proporcionar grandes benefícios, sobretudo para condutores idosos, que geralmente têm problemas com faixas de entrelaçamento nas rodovias expressas (Kihl, 2006).

O controle de velocidade em acessos tem maiores benefícios para viagens mais longas que para viagens curtas, isso devido aos atrasos nos acessos serem mais compensados (Levinson et al., 2002). O tempo total de viagem deve crescer se o controle de velocidade for programado inapropriadamente (Hellings e Van Aerde, 1995).

Melhores condições de tráfego foram encontradas não somente nas rodovias principais, mas também em rodovias paralelas e em outras partes do sistema viário. (Haj-Salem e Papageorgiou, 1995). Não foram encontradas mudanças no tráfego em rodovias paralelas no estudo da Cambridge Systematics (2001). Conforme Kang e Gillen (1999), geralmente entre 5 e 10% dos condutores escolhem outras rotas para evitar o controle de acessos.

Os dispositivos de controle de velocidade em acesso atuados pelo tráfego têm maiores impactos positivos sobre o fluxo de tráfego que os dispositivos de tempo fixo. O controle de acessos com dispositivos de tempo fixo não altera o tráfego em condições excepcionais, como, por exemplo, em acidentes (Kang e Gillen, 1999). O controle de acessos tem maior impacto quando aplicado em conjunto com outros controles em outros acessos, pois os impactos em cada acesso reforçam uns aos outros (Bellemans et al., 2006; Kang e Gillen, 1999).

O controle de velocidade em acesso pode ser combinado a outros sistemas de controle de tráfego, como, por exemplo, os limites de velocidade variáveis. Os limites de velocidade variáveis por si só, de acordo com Carlson et al. (2009), não têm nenhum impacto sobre o tráfego, porém estudos de simulação mostram que os limites de velocidade variáveis combinados ao controle de acesso têm maior impacto sobre o fluxo de tráfego que o controle de acesso por si só (Carlson et al., 2009). Shah e Wunderlich (2001) avaliaram um controle de acessos abrangente, que consistiu na disponibilização de informações via internet para o planejamento de viagens, informação do tráfego no rádio, controle de velocidade e placas de mensagens de texto variável. Os resultados mostram que o sistema como um todo reduz os atrasos tanto nas condições normais quanto nas eventuais, e que as melhorias no controle de acessos podem levar a grandes melhorias para a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

O controle de velocidade em acesso reduz os congestionamentos, bem como as desacelerações e retomadas de velocidade; assim, reduz emissões e, por conseguinte, os impactos no meio ambiente (Zheng et al., 2009).

Em um estudo, o controle de acessos foi desativado por um período de cinco semanas, conforme a Cambridge Systematics (2001). O consumo de combustível e as emissões aumentaram. O consumo de combustível no horário de pico, conforme o US DOT (1996), foi 42% maior sem o controle de acessos do que com o controle de acessos.

Custos

Kang e Gillen (1999) estimaram que o custo do controle de acessos esteja entre 113.000 e 750.000 dólares, referentes às instalações de custo, e que estejam entre 2.200 e 75.000 dólares para os custos anuais com operação e manutenção.

Avaliações de custo-benefício

Uma análise do custo-benefício sobre o controle de velocidade em acesso foi conduzida por Kang e Gillen (1999). Os custos já foram descritos previamente. O benefício, em termos de redução do tempo de viagem e consumo de combustível, é cal-

culado com base em observações do tráfego e simulações. As análises de sensibilidade foram realizadas para diferentes valores de tempo de viagem e para diferentes suposições sobre o futuro desenvolvimento do tráfego. Os benefícios superam os custos em todos os cenários. A redução dos custos de acidentes não está incluída na análise.

Uma análise de custo-benefício mais recente também foi conduzida pela Cambridge Systematics (2001). Os custos e os benefícios foram estimados para a implementação coerente do controle de acessos em quatro rodovias. Os benefícios foram calculados para o tempo de viagem total, a segurança viária (26% menos acidentes com o controle de velocidade) e para as emissões de gases e consumo de combustível. Os custos foram calculados para todo o sistema de controle de velocidade em acessos (que inclui faixas exclusivas de ônibus com controle de acesso) e o controle de entradas por si só. Os resultados mostram que os benefícios são cinco vezes maiores que os custos de todo o sistema e 15 vezes maiores que o custo do controle da velocidade em acessos.

Rafferty (2008) mostrou que os benefícios do controle de acessos são mais que o dobro do custo. Os benefícios incluem a redução dos custos com atrasos e com acidentes.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Geralmente é a autoridade rodoviária que toma a iniciativa de estabelecer o controle de acessos.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos técnicos para as rodovias foram estipulados nas normas rodoviárias (Statens vegvesens, Håndbok 017, 2008). As exigências para a concepção dos semáforos são determinadas em normas (Statens vegvesens, Håndbok 048, 2007).

Responsabilidade pela execução da medida

Os custos de construção e manutenção do controle de velocidade em acessos são de responsabilidade do órgão gestor da rodovia (federal ou estadual). A União pode, em alguns casos, financiar o siste-

ma de controle de acessos nas rodovias regionais e estaduais, caso estas tenham importância nacional. O controle dos acessos incluído como parte de um projeto maior pode, opcionalmente, ser financiado pela arrecadação do pedágio.

3.24 ESPAÇO COMPARTILHADO

O capítulo foi escrito em 2010 por Michael W J Sørensen (TØI)

Problema e finalidades

As vias e espaços urbanos muitas vezes têm múltiplas funções. Elas devem ser capazes de escoar o tráfego que muitas vezes consiste tanto em veículos particulares como de transporte público, tráfego de mercadorias, ciclistas e pedestres. Simultaneamente, os moradores e visitantes da cidade utilizam o espaço viário para o comércio e lazer. A partir dos anos 1960, em função do forte crescimento do tráfego, intensificou-se o foco na garantia do fluxo do tráfego nas cidades. Nessa época, com o intuito de melhorar o fluxo de tráfego e também a segurança viária, segregaram-se as várias funções do tráfego e os grupos de usuários da via no tempo e no espaço. Essas medidas foram realizadas usando, entre outros, túneis, pontes, controle semafórico, diferentes tipos de barreiras, restrições e controle. Esta abordagem de planejamento tem algumas desvantagens. Ela cria, por exemplo, áreas degradadas para pedestres em ambientes urbanos menos atraentes. Além disso, aparentemente a segregação não tem tido o efeito de segurança esperado (Hamilton-Baillie e Jones, 2005; Monderman, Clarke e Hamilton-Baillie, 2006; Hamilton-Baillie, 2008, 2008a).

Com relação a esta tendência, considera-se o princípio de planejamento chamado *woonerf* (“área residencial com baixo tráfego e prioridade para pedestres”) desenvolvido nos Países Baixos no início dos anos 1970. Trata-se de um princípio que envolve cada vez mais integrar carros e pessoas nos mesmos espaços em ruas residenciais e projetar vias para que o tráfego se mova lentamente nas vias consideradas como tranquilas pelos usuários. Princípios semelhantes foram sendo desenvolvidos e implementados em outros países, como, por exemplo, os “áreas de moderação de tráfego (*traffic calming*)” noruegueses, as “ruas de escoamento L-40 dinamarquesas”, as “ruas de fazendas” suecas, as “zonas residenciais” inglesas e as “ruas

de recreação” alemãs. No final dos anos 1970, nos Países Baixos, iniciaram-se as tentativas de utilizar este princípio de planejamento em áreas urbanas com tráfego pesado. E depois, em vários países europeus, especialmente na Suécia, Dinamarca, Alemanha, Bélgica, Espanha e, mais tarde, no Reino Unido. Durante o final dos anos 1990 e início dos anos 2000, também se começou a aplicar estes princípios em áreas urbanas. O princípio deste planejamento tornou-se conhecido em conexão ao projeto europeu “Espaço compartilhado” de 2004 a 2008, em que a expressão “Espaço compartilhado” foi formulada pela primeira vez (Shared space, 2005, 2008; Monderman, Clarke e Hamilton-Baillie, 2006; Hamilton-Baillie, 2008).

Existem várias finalidades para o “Espaço compartilhado” ou “Área de uso comum” na Noruega. A principal finalidade da iniciativa é criar espaços de tráfego urbano esteticamente agradáveis, ou seja, espaços urbanos adequados para residência, comércio e lazer junto aos moradores da cidade e pedestres, simultaneamente com a operação de trânsito, de forma eficiente. Vários, mas não todos os projetos existentes, são concluídos em pontos críticos de acidentes da cidade, em interseções, cujo propósito é reduzir o número e a gravidade dos acidentes de trânsito. Em outros casos, afirma-se explicitamente que a melhoria da segurança viária não é a finalidade da medida. Em outros casos, ainda, especificam-se as melhorias ambientais em termos de redução de emissões e de ruído, bem como melhoria da mobilidade para o tráfego de automóveis (Myrberg et al., 2008; Reid, Kocak e Hunt, 2009; Sørensen, 2009).

Descrição da medida

O espaço compartilhado é descrito como uma forma alternativa para planejar e alinhar áreas de tráfego em projetos urbanos, e inspirada em desenhos de ruas residenciais como as áreas *woonerf* (“áreas residenciais com baixo tráfego e prioridade para pedestres”) e praças. Como afirma a designação em inglês (*shared space*), considera-se a premissa conforme a qual a via e o espaço urbano sejam compartilhados por diferentes grupos de usuários. O conceito é, em outras palavras, um planejamento e projeto de paisagem urbana com ou sem regulamentação, sem sinalização e segregação dos transportes públicos, dos veículos pesados, de automóveis e de pedestres em determinado tempo e espaço. Em vez disso, os condutores, por meio do contato visual, devem “negociar” e concordar sobre qual dos dois deverá sair.

A ideia é que os usuários se sintam como “convidados” na área e, como consequência, adaptem o seu comportamento no trânsito de acordo com o comportamento social, em que as pessoas nas áreas expostas sigam as leis de trânsito acima de tudo.

A ideia é também equacionar as características das áreas de trânsito e a vida das pessoas por meio do escoamento do tráfego com maior fluidez do que nas tradicionais ruas e cruzamentos, onde o objetivo principal é o tráfego. Ao contrário das ruas tradicionais para pedestres, onde os carros devem dar preferência aos pedestres e respeitar a travessia de pedestres, os pedestres e os carros têm igualdade de direitos nas áreas de compartilhamento. Aqui é, portanto, onde as regras gerais de trânsito e os movimentos são regulados pela regra da preferência de quem vem pela direita (Myrberg et al., 2008).

Por fim há a ideia de que o comportamento social, o aumento do sentimento de aparente insegurança resultante da integração e o aumento da incerteza com relação aos seus direitos consequente da falta de regulamentação tanto em relação aos condutores como para os outros usuários aumentem a atenção e o respeito a outros usuários. Neste sentido, no que se refere à atenção e consideração a outros usuários da via, o tráfego lento e os baixos níveis de velocidade possuem impactos positivos na segurança viária (Shared space, 2005, Johansson e Oeste Man, 2007; Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008; Myrberg et al., 2008).

A medida é utilizada para todos os centros de cidade, especialmente em cidades históricas, praças, trechos e interseções nas cidades e bairros. Uma pré-condição para o uso de áreas compartilhadas em áreas urbanas é que haja uma rede viária principal próxima e de maior capacidade que conduza a uma área externa à área de uso comum (Hoegh, Blenski e Swenson, 2008). De acordo com Myrberg et al. (2008), os espaços compartilhados são utilizados nas seguintes situações:

- no centro da cidade;
- como parte de uma importante rota (que proporcione economia de tempo);
- com os principais destinos e empresas nas proximidades;
- onde há atrações e locais para se assentar;
- onde há número suficiente de pedestres;
- onde há equilíbrio entre automóveis e pedestres;
- como parte de um plano maior que inclui medidas em vias adjacentes.

Tendo-se pedestres suficientes e equilíbrio entre automóveis e pedestres, considera-se que quanto mais automóveis houver, mais pedestres deve haver para que o espaço ou a travessia funcione a contento (Tyrens, 2007).

No que diz respeito ao volume de tráfego, os espaços compartilhados têm sido usados alternativamente para volumes de tráfego de no mínimo cerca de 2.000 veículos por dia e até 14.000-15.000 veículos diários na via mais movimentada através da interseção.

Em várias áreas regulamentadas como espaços compartilhados, tem-se o tráfego de ônibus; geralmente também são autorizados caminhões maiores ou menores, para garantir o transporte de carga para as lojas e restaurantes. Normalmente o tráfego pesado é limitado apenas ao necessário para suprir a referida área. O problema com a operação de veículos pesados em áreas compartilhadas é especialmente o risco de acidentes entre grandes caminhões e pedestres (Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008).

Para garantir a melhor interação entre o tráfego motorizado e os pedestres e para que qualquer colisão não tenha consequências graves para os pedestres, deve-se adequar o nível de velocidade para que este seja inferior a 30 km/h, de acordo com Tyréns (2007), mantendo-se uma média entre 15 a 20 km/h. Isto é assegurado por medidas de redução de velocidade, sendo que muitos projetos têm também um limite de velocidade de 30 km/h ou velocidade recomendada de 20 a 30 km/h.

Especialmente em praças sem regulamentação e com muito espaço, há um risco de que haja muitos veículos estacionados de forma inadequada em relação ao tráfego e/ou bloqueando entradas. Em vários lugares, mas não em todos, portanto, é proibido estacionar. Pode haver vagas de estacionamento para pessoas com deficiência ou vagas perto da praça (Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008; Myrberg et al., 2009).

A área para a aplicação do espaço compartilhado muitas vezes é sinalizada de forma chamativa. O ambiente especial de tráfego também é demarcado por plantas, iluminação, entradas visíveis para lojas, vasos de flores, bem como diversas formas de mobiliário urbano decorativo, como vasos de flores e esculturas. As áreas destinadas ao tráfego de veículos geralmente iniciam-se após rampas construídas em seção de estreitamento da via e se estabelecem portais ou similares para reduzir a velocidade e alertar

sobre a entrada em outro ambiente de tráfego. Em alguns casos, a entrada para este espaço é projetada com uma parada de ônibus na forma de “ampulheta”, que também tem um efeito de redução de velocidade (Myrberg et al. 2008, Sørensen, 2009).

A definição das áreas de espaço compartilhado é muito ampla. Em muitos casos, pode-se, portanto, discutir sobre um projeto concreto de uma área de tráfego em que se tem um espaço compartilhado ou não. No entanto, é difícil classificar os projetos, de modo que a ideia de áreas de compartilhamento se adapta ao projeto do meio ambiente local, sendo cada projeto, portanto, único. Assim, verificam-se três propostas para uma possível classificação.

Quimby e Castle (2006) propõem dividir áreas de compartilhamento nas três categorias a seguir:

- espaços compartilhados são áreas sem controle físico ou com prioridades em diferentes grupos de via;
- sinais, marcas e elementos físicos são removidos ou reduzidos, mas as prioridades e os direitos normais para os diferentes grupos de usuários da via são mantidos;
- sinais, marcas e elementos físicos são mantidos, mas as prioridades e os direitos normais para diferentes grupos de usuários da via são removidos.
- Brenner (2006) propõe dividir as áreas de espaços compartilhados nas duas categorias a seguir:
- espaços viários desorganizados, ou seja, são espaços viários sem regulamentação física e com igualdade de direitos para todos os grupos de via
- espaços viários organizados, ou seja, são espaços viários com regulamentação física, sob a forma de, por exemplo, marcações diferentes de via, pilares e sinalizações específicas quanto às regras de trânsito.

Myrberg et al. (2008, 2009) propõem aumentar a categorização de Brenner para três categorias:

- área de compartilhamento total (sem controle);
- área de compartilhamento com alguma regulamentação (baixo nível de controle);
- área de compartilhamento com maior grau de regulamentação (alto nível de controle).

Na primeira categoria, utilizam-se todas as vias de uma área comum e todos têm de se adaptar uns aos outros. O projeto estético indica, entre outras medidas, o uso de revestimento no pavimento comum e uniforme em toda a área. Na segunda e terceira categorias têm-se o maior ou menor grau de regulamen-

tação de trânsito. Isso pode ser necessário para controlar os fluxos de pedestres para locais designados ou como controle de tráfego de partes específicas de uma praça. O projeto estético envolve o controle de uso de pilares (ou postes), trechos rebaixados, diferentes texturas, cores e padrões de revestimento bem como vasos de flores e outros tipos de mobiliário.

As áreas de espaços compartilhados com diferentes graus de regulamentação foram implementadas em muitas cidades europeias, mas alguns dos mais famosos exemplos são (Quimby e Castle, 2006; Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008; Reid, Kocak e Hunt, 2009):

- Laweiplein, Drachten, Países Baixos;
- Operação/Torenstraat/Kaden, Drachten, Países Baixos;
- Brink, Oosterwolde, Países Baixos;
- Rijksstraatweg, Haren, Países Baixos;
- Skvallertorget, Norrköping, Suécia;
- Plano Central, Värnamo, Suécia;
- Mercado de peixe, Västervik, Suécia;
- Plano de estudos, Borlänge, Suécia;
- Christianfeld, Dinamarca;
- Kensington High Street, Londres, Reino Unido.

Na Noruega existem também exemplos de lugares que, em maior ou menor grau, podem ser caracterizados como áreas de uso comum: Praça Christiania em Oslo; área de St. Olav de Oslo; Millennium em Stavanger; Bekkestua em Bærum, e o centro de Asker (Myrberg et al., 2009).

Impacto sobre os acidentes

A tabela 3.24.1 mostra o impacto sobre os acidentes de espaços compartilhados de diferentes graus, como em praças, interseções, trechos de via e em todo o centro da cidade. As estimativas baseiam-se em 10 estudos de 24 localidades em sete praças, cinco interseções, sete trechos de via e cinco centros urbanos, os quais foram reconstruídos entre o período de 1996 a 2007. Os estudos incluem áreas de compartilhamento em seis países: Suécia, Dinamarca, Países Baixos, Reino Unido, Alemanha e Suíça. Não há avaliações de medidas na Noruega. Os 10 estudos são os seguintes:

- Jaredson, 2002 (Suécia);
- Brenner, 2006 (Suécia);
- Quimby e Castelo, 2006 (Países Baixos, Dinamarca e Reino Unido);

- Swinburne, 2006 (Reino Unido);
- NHL, 2007 (Países Baixos);
- Bull, 2007 (Suécia);
- Gerlach et al., 2008, 2008a (Países Baixos);
- Van der Velde e Bos, 2008 (Países Baixos);
- Gerlach, Ortlepp e Voss, 2009 (Países Baixos, Alemanha e Suíça) e
- Reid, Kocak e Hunt, 2009 (Países Baixos e Reino Unido).

O impacto dos espaços compartilhados é muito incerto. Em duas das sete situações especificadas, os efeitos não são estatisticamente confiáveis. As estimativas são simultaneamente descritas conforme descrito abaixo. Visto inicialmente longe de fontes de erro, aplica-se o seguinte:

No geral, para todos os tipos de espaços compartilhados, houve uma redução de 17% em todos os acidentes (com vítimas e acidentes com danos materiais), e uma redução de 21% nos acidentes com feridos, considerando o controle do viés de publicação. Nenhuma dessas estimativas é estatisticamente confiável. A estimativa para acidentes com feridos é estatisticamente confiável, se não for afetada por viés de publicação.

Em praças e interseções parece haver uma redução de acidentes com vítimas e acidentes envolvendo danos materiais de 14%, enquanto que há uma redução significativamente maior de acidentes com feridos em 46%. A diminuição do número de feridos é significativa.

Nos trechos de via há um efeito um pouco menos positivo do que nas praças e interseções, com uma redução de 12% de todos os acidentes e de 16% dos acidentes com feridos. Nenhum destes efeitos é estatisticamente confiável.

Para todos os tipos de projetos, há um efeito maior sobre os acidentes com vítimas do que sobre os acidentes envolvendo danos materiais.

Os espaços compartilhados não parecem ter qualquer efeito significativo se forem utilizadas por todo o centro da cidade.

Na maioria dos estudos tratam-se os acidentes na forma de dano corporal e material; sendo assim, não é possível estimar o efeito das lesões.

Não é possível estimar o efeito sobre os diferentes grupos de usuários da via, como pedestres e ciclistas.

TABELA 3.24.1: IMPACTOS DE DIFERENTES PROJETOS DE ESPAÇOS COMPARTILHADOS. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES. OS RESULTADOS ESTÃO SUPERESTIMADOS E DEVEM SER ACATADOS COM CAUTELA. TODAS AS ESTIMATIVAS, EXCLUINDO O EFEITO DE TRECHOS EM RETAS SOBRE ACIDENTES COM VÍTIMAS, BASEIAM-SE EM PESQUISAS ANTES-DEPOIS INGÊNUAS, SEM QUALQUER FORMA DE CONTROLE DE FATORES INTERVENIENTES.

Medidas	Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes com feridos		
		Tipo de acidente afetado	Melhor Estimativa	Intervalo de confiança
Todas	Todos os acidentes	Todos os acidentes	-17	(-40; +14)
	Danos pessoais, sem controle de viés de publicação	Todos os acidentes	-26	(-42; -6)
	Danos pessoais, com controle de viés de publicação	Todos os acidentes	-21	(-40; +5)
Praças/interseções	Todos os acidentes	Todos os acidentes	-14	(-48; +43)
	Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-46	(-70; -2)
Trechos de via	Todos os acidentes	Todos os acidentes	-12	(-46; +45)
	Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-16	(-32; +5)

Conforme descrito na seção de mobilidade, são fornecidas áreas de uso comum com um nível de velocidade mais baixo. A baixa velocidade, acompanhada de uma maior interação e atenção de uns com os outros e do aumento da sensação de insegurança e da presença de pedestres, são susceptíveis de ter um efeito positivo sobre a segurança em geral, ou seja, na segurança dos usuários vulneráveis da via (Sørensen, 2009, 2009a).

Todos os resultados se baseiam em pesquisas antes-depois, exceto os de Swinburne (2006), que indiretamente inclui a importância da evolução geral de acidentes no que se refere à estimativa de efeitos de regulamentação de trechos de acidentes com feridos. Todas as outras pesquisas são simples, tipo antes-depois, e não possuem alguma forma de controle sobre a importância dos seguintes aspectos: 1) evolução da acidentalidade em geral, 2) alteração do volume de tráfego com inclusão do tráfego motorizado e dos pedestres, 3) regressão para a média, 4) migração de acidentes resultantes da alteração de padrões de tráfego. Todos os quatro parâmetros são relevantes para controlar a implementação de espaços compartilhados. Em alguns casos, quando o local do acidente não é identificado e a finalidade não tenha sido a de melhorar a segurança rodoviária, pode-se argumentar que o controle de regressão não é necessário. A falta de controle dessas variáveis intervenientes geralmente significa uma super estimativa do efeito, pois a estimativa para além do efeito da medida inclui também o efeito da melhoria geral da segurança viária, regressão para a média e redução do volume de tráfego. As estimativas da tabela 3.24.1 são, portanto, provavelmente muito vantajosas e devem ser tomadas com considerável cautela. Além disso, uma redução no número de acidentes não é necessariamente um sinônimo de

menor risco de acidentes, caso a redução do volume de tráfego de veículos e pedestres tenha sido proporcionalmente maior na área. A qualidade dos estudos existentes também foi criticada por Quimby e Castle (2006), Methorst et al. (2007) e Firth (2009), todos os quais apelam para estudos com maiores e melhores avaliações.

Quimby e Castle (2006), Methorst et al. (2007) e Firth (2009) também criticam os estudos existentes em uma série de outros pontos. Em primeiro lugar, parece haver uma discrepância entre a filosofia de base para espaços compartilhados e o projeto real de regulamentação. Eles apontam, por exemplo, que a Kensington High Street, em Londres, que muitas vezes é descrita como um espaço compartilhado, tem tanta regulamentação nas ruas que não há nada relacionado com espaço compartilhado. O comentário dos 24 projetos aqui avaliados também mostra que existem apenas cinco praças e uma interseção que, em maior ou menor grau, podem ser caracterizados como áreas “reais” de compartilhamento. Não é possível estimar um efeito sobre os acidentes relacionados com essas seis localidades, uma vez que há grande heterogeneidade nos seus resultados.

Em segundo lugar, a medida muitas vezes faz parte de um “pacote” de medidas mais abrangentes, de modo que este “pacote” é que influencia a tendência real. O efeito positivo da mudança do cruzamento de Laweiplain em Drachten também pode ser devido ao impacto de outros cruzamentos com quatro sinais de regulamentação nas rotatórias, uma vez que estas são parcialmente sem regulamentação.

Finalmente, as avaliações são baseadas em um número muito baixo de acidentes e, em muitos casos,

o período “depois” é bem mais curto que o período “antes”. É, portanto, difícil obter efeitos significativos. Vários estudos apontam, no entanto, que mesmo que o período “depois” seja muito curto para concluir que a medida tenha um efeito positivo, no mínimo considera-se que a medida aparentemente não tem um efeito negativo sobre a segurança (Jarredson, 2002; Brenner, 2006).

Uma comparação dos efeitos de espaços compartilhados em praças, interseções e em trechos de via respectivamente de curto e longo prazo, indica que o efeito de curto prazo é maior que o efeito de longo prazo no caso das praças e interseções, enquanto que o oposto se aplica para o caso dos trechos de via. Isto indica que os usuários em praças e interseções sem regulamentação estão em local aparentemente menos seguro, o que exige mais atenção e redução da velocidade – a velocidade aumenta e o cuidado diminui conforme eles se adaptam ao local. Os trechos de via podem melhorar o efeito em longo prazo em relação ao efeito em curto prazo, o que explica por que as pessoas cometem erros no início e gradualmente vão aprendendo e se adaptando. Quando do aumento do número de locais investigados, é concebível que a estimativa do efeito de segurança das praças e interseções torne-se menor e a área de estudo, maior.

Pode-se resumir que à primeira vista os espaços compartilhados têm um efeito positivo na segurança. No entanto, isto pode ser explicado por um método de avaliação fraco, havendo necessidade de melhores avaliações antes de se dar uma estimativa confiável dos efeitos sobre a segurança. Contudo, não há razão para crer que a medida em curto prazo resultará em mais acidentes nas praças e nas interseções ou em longo prazo em trechos de reta. A principal explicação para um provável impacto positivo na segurança é o nível mais baixo de velocidade e a maior atenção, conforme descrito na próxima seção.

IMPACTOS SOBRE O FLUXO DE TRÁFEGO

Um dos propósitos dos espaços compartilhados é o tráfego de baixa velocidade. O objetivo é que o nível de velocidade seja inferior a 30 km/h, em parte para garantir que os pedestres não sejam submetidos a forças de impacto que o corpo não possa suportar no caso de uma colisão, em parte para garantir que os condutores tenham uma velocidade tão baixa a ponto de ser possível fazer contato visual e “negociar” entre eles sobre quem dará a passagem. Tyréns

(2007) acredita que o nível de velocidade não deva ser superior a 15-20 km/h, para garantir a interação ideal entre o tráfego motorizado e os pedestres.

As medições de velocidade nos diferentes espaços compartilhados mostram que a meta de baixo nível de velocidade é cumprida. Na praça central em Värnamo, a velocidade média situa-se entre 19 e 22 km/h, enquanto que a referência de velocidade perto da praça é de 27 km/h (Brenner, 2006). Em Skvallertorget, em Norrköping, a velocidade média é de 16 a 20 km/h (Tyréns, 2007). No mercado de peixes em Västervik, a velocidade média é de 17 km/h, enquanto que no espaço mais próximo é de 28 km/h. Stortorget, em Ystad, possui uma média de velocidade de 13 km/h, enquanto que no próximo espaço é de 18 km/h (Hammarin e Warnelid, 2006). Na área Curriculum, em Borlänge, a velocidade média foi reduzida de 25 km/h para 20 km/h; e em Nya Boulevarden, em Kristianstad, a velocidade média foi reduzida, respectivamente, de 29-37 km/h para 24-29 km/h (Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008). Em projetos holandeses, registrou-se uma redução de velocidade de até 40% (Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008).

Esta desaceleração pode, em alguns casos, ser descrita como uma mobilidade reduzida. Isso porque a remoção da regulamentação indica a ocorrência de menos paradas e, portanto, menores atrasos. Os espaços compartilhados, em outras palavras, proporcionam um ritmo mais constante, apesar do nível inferior de velocidade das viagens através da interseção (Hamilton-Baillie, 2008). Em Laweiplein, em Drachten, o tempo médio gasto para a passagem nas interseções diminuiu de 50 a 30 segundos (LNH, 2007). Em Christianfeld, na Dinamarca, o congestionamento diminuiu nos horários de pico como resultado da mudança da interseção regulada por semáforo para um espaço compartilhado (Myrberg et al., 2008).

Esta medida tem a vantagem de não reduzir o espaço viário disponível para o condutor, o que seria o caso das tradicionais áreas para pedestres, por exemplo.

Dependendo do nível de mobilidade, o projeto de tráfego para o transporte público em alguns casos melhora, enquanto que em outros piora. Ao remover a regulamentação, evita-se que o transporte público tenha de parar em um sinal vermelho, por exemplo. No entanto, se houver muitos pedestres e ciclistas no cruzamento, deve-se parar, independen-

te da sinalização, resultando em um maior tempo de viagem. Em Laweiplein, em Drachten, o tempo médio para a passagem dos ônibus pela interseção foi reduzido de 50 para 26-38 segundos (NHL, 2007). Em Skvallertorget Norrköping, o tempo de viagem dos ônibus passou de quatro para sete a oito minutos entre as praças onde estão localizados os pontos de parada (Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008).

A mobilidade pode melhorar para os ciclistas. Eles podem realizar um deslocamento direto de um ponto A para um ponto B. Sobre a preferência de passagem entre automóveis e bicicletas, em 35 a 86% dos casos, o automóvel cede a preferência (Brenner, 2006; Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008). Em outro exemplo, tem-se que em 14 a 75% dos casos os ciclistas que têm que parar e esperar até que o automóvel passe, o que diminui a mobilidade dos ciclistas.

A mobilidade para os pedestres provavelmente melhora em maior grau do que para os ciclistas. A maioria dos condutores está mais atenta aos pedestres que aos ciclistas. Isto significa que os pedestres terão que parar menos. Em Skvallertorget, a ideia é de que 90% dos carros dão preferência aos pedestres. A proporção é um pouco menor em Fiskartorget e em Stortorget, onde a proporção é de 50 a 63%. Em trechos em retas a proporção é levemente menor do que nas praças. (Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008).

A mobilidade e a disponibilidade de espaço diminuem para os deficientes visuais. Em comparação ao projeto tradicional, não há linhas de orientação nem contrastes de textura no pavimento e para este grupo muitas vezes é melhor que haja a separação dos outros grupos de usuários da via. Por um lado, alguns tipos de revestimentos são ineficazes em relação às pessoas com deficiência que usam cadeiras de rodas e andadores. Por outro lado, a superfície lisa não produz diferenças de níveis para os deficientes visuais (Myrberg et al. 2008; Sørensen, 2009).

O impacto no meio ambiente

O impacto ambiental do tráfego rodoviário depende, em parte, do volume de tráfego e do nível e uniformidade da velocidade. Conforme descrito anteriormente, dispõe-se de espaços urbanos sem regulamentação e frequentemente com um nível de velocidade mais baixo e mais uniforme. Este aspecto pode ajudar a reduzir o ruído e a melhorar a qualidade do ar (Jaredson, 2002; Wallberg, Stjärk-

vist e Ahlman, 2008). Finalmente, existem também os exemplos de reduções de volume de tráfego. Em Skvallertorget, o VDMA caiu em torno de 11.000 a 10.000 veículos (Brenner, 2006); em Shrewbury, houve uma redução de 34% (Reid, Kocak e Hunt, 2009), e em Kensington High Street também houve uma redução no tráfego (Quimby e Castle, 2006).

Apesar de o tema não ter sido abordado nos estudos, verificou-se que vários tipos de pedras no pavimento, em vez de asfalto liso, podem fornecer mais ruídos e vibrações.

O aumento da confusão, a menor distância entre automóveis e pedestres e a incerteza sobre as regras de trânsito levam a um aumento da sensação de insegurança entre os usuários vulneráveis da via. No entanto, esta é também uma das principais ideias por trás dos espaços compartilhados. Parece, no entanto, que o sentimento de insegurança torna-se menor conforme pedestres e ciclistas se familiarizam com o local. Considerando o comportamento médio do tráfego, tem-se a familiarização e o sentimento de segurança por transitar por praças e cruzamentos, e estabelece-se, por si, regulamentação para grupos especiais, como os de crianças, idosos, deficientes visuais e qualquer outro que esteja associado a um nível especial de insegurança. É difícil para os deficientes visuais “negociar” sobre a preferência de passagem por meio do contato visual (Wallberg, Stjärkvist e Ahlman, 2008; Myrberg et al., 2008; Sørensen, 2009; Reid, Kocak e Hunt, 2009).

A principal finalidade do espaço compartilhado é que seja normal criar áreas de tráfego esteticamente agradáveis e urbanas que se prestem à abertura de comércio e lazer para os moradores e visitantes da cidade. As avaliações dos vários projetos demonstram inequivocamente que este princípio foi bem-sucedido.

Custos

Não foram encontradas citações sobre os projetos concluídos em espaços viários não regulamentados (compartilhados). Não é possível fornecer qualquer custo padrão de construção e exploração de espaços compartilhados nas cidades norueguesas. Em primeiro lugar, cada caso é único; e, por definição, para a criação do espaço, é preciso se adequar ao ambiente e aos objetivos específicos conforme a instalação do espaço. Em segundo lugar, os espaços viários não são regulamentados por uma única medida, mas por

um “pacote” de medidas que podem variar muito conforme o tipo e o alcance, de lugar para lugar, por exemplo, trata-se de uma questão de espaços viários totalmente sem regulamentação ou espaços viários não regulamentados, porém com algum grau de regulamentação controlado; e, em terceiro lugar, a variação da localização, do tipo de junção e da extensão do espaço ocupado no centro da cidade.

Os proponentes de espaços compartilhados não regulamentados observam que as medidas necessárias não têm custos muito elevados e que a medida seria normalmente mais barata em termos de custos de construção e operação que a reorganização do tráfego tradicional. Eles explicam que a ideia básica da iniciativa é remover as várias formas de equipamentos rodoviários e regulamentação ao invés de adicionar novas medidas de controles de tráfego (Hamilton-Baillie e Jones, 2005; Monderman, Clarke e Hamilton-Baillie, 2006). Uma revisão dos espaços viários não regulamentados, no entanto, mostra que muitas vezes adiciona-se um novo revestimento, plantio, iluminação, decoração, mobiliário, portais e afins para enfatizar um ambiente especial de tráfego (Myrberg et al. 2008; Sørensen, 2009). Esses equipamentos de arquitetura podem constituir medidas tradicionais de moderação do tráfego (*traffic calming*), assim como também podem ser caros tanto na instalação quanto na operação.

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma base para a realização de avaliações de custo-benefício em espaços viários não regulamentados, uma vez que as informações sobre os custos de instalação, os custos de operação, os benefícios sobre eventuais acidentes, a economia de tempo e a melhoria do ambiente urbano são muito incertas.

Os proponentes de espaços viários não regulamentados argumentam que a medida será rentável para as autoridades viárias, pois eles podem economizar os elevados custos de construção, operação e manutenção de diversos equipamentos e tipos de vias, tais como semáforos, sinalização horizontal e vertical e barreiras de segurança (Hamilton-Baillie e Jones, 2005; Monderman, Clarke e Hamilton-Baillie, 2006). Os críticos da medida apontam que os espaços viários não regulamentados aumentam os custos operacionais para uma variedade de outras formas de equipamentos rodoviários, tais como a iluminação da via e o plantio/manutenção de vegetação (Firth, 2009).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Espaços compartilhados são, por definição, uma medida que pode ser usada para praças, interseções e vias em áreas urbanas. Na maioria dos casos, o município será a autoridade da via para estes espaços. A iniciativa deve ser do município. Esta iniciativa pode ser tomada como parte de um plano conjunto mais amplo para o centro da cidade ou com base em pedidos e sugestões de associações de moradores, empresas e/ou outras partes interessadas na área.

Requisitos e procedimentos formais

Desde 2010 não foram estabelecidas normas próprias e recomendações para o planejamento e projeto de espaços viários não regulamentados nas cidades norueguesas. No projeto *Miljøvennlig bytransport* (“Eco-transporte urbano”) em 2008, realizou-se uma revisão das experiências estrangeiras de espaços viários não regulamentados com o intuito de avaliar se essas soluções deveriam ser introduzidas na Noruega e incorporadas nas normas das Estradas Estaduais na próxima revisão (Myrberg et al., 2008).

A partir das descrições e recomendações internacionais, afirmou-se que os espaços compartilhados não “apenas” eram uma filosofia para o desenho e a regulamentação do espaço urbano, mas também uma filosofia de planejamento com um maior enfoque na participação mais ativa dos moradores da região e de outras partes interessadas. No projeto europeu *Shared space* (“Espaço compartilhado”) tem-se o seguinte processo, com nove passos recomendados (Shared space, 2005, 2008a): (1) visão política; (2) processo de planejamento; (3) investigação do problema; (4) reavaliação e alinhamento; (5) avaliação do contexto espacial; (6) cenários e projeto; (7) plano de aplicação; (8) tomada de decisão da autoridade; (9) implementação e operação.

Responsabilidade pela execução da medida

A medida é normalmente mais apropriada para vias municipais, e o município é, portanto, normalmente o responsável pela implementação e financiamento da construção e manutenção dos espaços compartilhados.

Não há segregação de tráfego para os espaços compartilhados. Neste caso, usa-se como referência as pequenas dicas inseridas no espaço. Em alguns projetos estrangeiros, estipula-se o limite de velocidade de 30 km/h ou velocidade recomendada de 20 a 30 km/h, e em alguns projetos são espaços compartilhados com diferentes formas de sinalização para os veículos e para os pedestres. A sinalização de proibição de estacionamento também têm sido utilizada (Myrberg et al., 2009).

3.25 LINHA DE BORDO EXTERNA REFORÇADA

Capítulo escrito em 2010 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Os acidentes de saídas de pista estão entre os acidentes mais graves na Noruega. Entre 2000 e 2009, 26% de todas as pessoas feridas ou mortas em acidentes de trânsito foram vítimas em acidentes de saída de pista. Desta porcentagem, 33% foram vítimas fatais ou gravemente feridas. Entre os fatores que contribuem para os acidentes de saída de pista destacam-se a falta de atenção, a fadiga e o sono.

Uma análise dos acidentes com automóveis nos EUA (Najmet al., 2003) mostrou que 88% de todos os acidentes são eventos envolvendo um único veículo em saída de pista. Entre os acidentes de saída de pista, destacam-se os acidentes envolvendo um único veículo em que o condutor não perdeu o controle nem realizou manobra evasiva: 35% das ocorrências (25% em trechos retos e 10% em curvas). Nesses acidentes, destacam-se como fatores contribuintes a desatenção, a fadiga e o álcool.

O reforço das linhas de bordo externas destina-se a alertar os condutores que estão prestes a sair da pista.

Descrição da medida

O reforço das linhas de bordo externas inclui a combinação da sinalização horizontal com medidas de aumento da rugosidade, que atribuem uma textura diferenciada à superfície da sinalização. As medidas de aumento da rugosidade incluem as ranhuras de segurança: ranhuras sulcadas e ranhuras fresadas em faixas sonorizadoras.

Ranhuras sulcadas são moldadas no asfalto por meio de pressão/rolagem sobre o asfalto novo quando ele ainda está fresco. As ranhuras sulcadas são a forma mais utilizada de ranhuras de segurança, porém não são utilizadas na Noruega. Enquanto as ranhuras sulcadas têm um perfil, conforme mostrado na figura 3.25.1 (A), as ranhuras fresadas senoidais têm outro perfil (B na figura 3.25.1). Tanto as ranhuras sulcadas quanto as fresadas produzem uma vibração e um ruído quando o condutor se desloca sobre elas; o grooving senoidal produz menos ruídos externos que as ranhuras convencionais. As ranhuras geralmente possuem cerca de 30-40 cm de largura.



A: Ranhuras sulcadas (perfil)



B: Ranhuras senoidais (perfil)

Figura 3.25.1: Ranhuras de segurança nas faixas sonorizadoras

Na Noruega aplicam-se ranhuras de modo que a linha de sinalização seja marcada sobre a superfície rugosa. Em outros países, como nos EUA, as ranhuras são geralmente inseridas ao lado da linha de sinalização, no lado de fora da pista (entre a linha de bordo externa e o acostamento da rodovia).

A ranhura fresada consiste em uma faixa em que o asfalto é fresado. A sinalização horizontal é aplicada sobre a ranhura fresada. Os tipos de sinalização horizontal utilizados nas ranhuras fresadas são mostrados na figura 3.25.2. As ranhuras fresadas provocam um efeito de vibração. Além disso, a sinalização horizontal fica mais protegida do desgaste.



A: Linha Sólida



B: Linha Texturizada

Figura 3.25.2: Formas de sinalização horizontal aplicadas sobre as ranhuras.

A finalidade de reforçar as linhas de bordo externas é produzir som e vibração quando o veículo dirige sobre a linha, o que alerta o condutor de uma possível saída de pista ou invasão da contramão. O objetivo é principalmente de reduzir os acidentes de saídas de pista.

Impacto sobre os acidentes

Os seguintes estudos examinaram o impacto do reforço das linhas de bordo externas (por meio de ranhuras-faixas sonorizadoras) sobre o número de acidentes:

Ligon, Carter, Joost e Wolman, 1985 (EUA);
Emerson e West, 1986 (EUA);
Corben etc., 1997 (Austrália);
Hickey, 1997 (EUA);
Perillo, 1998 (EUA);
Giæver, Sakshaug, Jenssen e Berge, 1999 (Noruega);
Griffith, 1999 (EUA);
Griffith, 2000 (EUA);
Annino, 2003 (EUA);
Marvin e Clark, 2003 (EUA);
McFadden e Chandhok, 2003 (EUA);
Gårder e Davies, 2006 (EUA);
Hanley Gibby Ferrara, 2000 (EUA);
Patel, Council e Griffith, 2007 (EUA) e
Smith e Ivan, 2005 (EUA).

A tabela 3.25.1 mostra a melhor estimativa do impacto sobre os acidentes.

Ranhuras fresadas no asfalto: Os resultados que se aplicam a todos os acidentes são inconsistentes. Nenhum efeito significativo foi encontrado com relação aos acidentes com feridos, mas houve uma redução significativa do número de acidentes de gravidade não especificada. O resultado relativo às mortes baseia-se apenas em um estudo (Annino, 2003) com

uma amostra de apenas 10 acidentes para a estimativa do impacto. O intervalo de confiança é tão grande que é inútil tentar interpretar os resultados.

Com relação aos acidentes de saída de pista, foram encontradas reduções significativas para todas as gravidades de ferimentos, exceto em acidentes com danos materiais. O maior impacto foi encontrado para os acidentes fatais. Os resultados relativos aos acidentes com gravidade não especificada foram testados quanto ao viés de publicação. Não foram geradas quaisquer novas estimativas de impacto, o que sugere que o resultado não é afetado pelo viés de publicação.

Todos os estudos utilizaram grupo de controle, mas apenas um dos estudos controlou a regressão para a média (Patelet al., 2007). Neste estudo verificou-se uma redução no número de acidentes de saídas de pista com vítimas em 18% (-42; 16) e uma redução do número de acidentes de saída de pista com gravidade não especificada em 13% (-30; 9). Esses impactos são mais baixos do que os encontrados, pois combinam os resultados de todos os estudos. Isto pode indicar que os resultados na maioria dos estudos podem ser influenciados pela regressão para a média.

Ranhuras sulcadas no asfalto: As ranhuras não são fresadas, mas sulcadas em asfalto ainda fresco, resultando em menos ruído e vibração que a ranhura fresada (Perillo, 1998). Isto é consistente com os resultados da tabela 3.25.1, que mostra que o efeito na acidentalidade é menor para as ranhuras sulcadas.

TABELA 3.25.1: IMPACTOS DO REFORÇO DAS LINHAS DE BORDO REFORÇADAS SOBRE OS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes		
	Típos de acidentes impactados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Ranhuras de segurança, fresadas no asfalto			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-50	(-96; +568)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	+1	(-16; +22)
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-29	(-44; -10)
Acidentes fatais	Acidentes de saídas de pista	-85	(-94; -61)
Acidentes com feridos	Acidentes de saídas de pista	-57	(-80; -8)
Gravidade não especificada	Acidentes de saídas de pista	-38	(-58; -8)
Acidentes com danos materiais	Acidentes de saídas de pista	-26	(-74; +113)
Gravidade não especificada	Acidentes envolvendo um só veículo	-25	(-41; -5)
Gravidade não especificada	Acidentes envolvendo um só veículo, colisão com um objeto fixo	-34	(-40; -27)
Gravidade não especificada	Acidentes de capotamento	-5	(-37; +42)
Ranhuras de segurança, sulcadas no asfalto			
Grau de lesão não especificado	Acidentes de saídas de pista	-11	(-16; -7)

Efeitos sobre o comportamento dos condutores:

Não houve efeitos adversos, tais como reações de pânico ou migração dos acidentes (Griffith, 1999). Um estudo da Finlândia mostrou que tanto a velocidade quanto a variabilidade da posição lateral diminuíram, mas que isso não acarreta uma sobrecarga mental aos condutores (Räsänen, 2002).

Impactos sobre o fluxo de tráfego

Não há impactos sobre as velocidades do reforço das linhas de bordo externas no estudo norueguês de Giæveret al. (1999).

Impacto no meio ambiente

A instalação das ranhuras como faixas sonorizadas pode levar a um aumento de ruído (Perrillo, 1998). A formação de groovings/ranhuras sulcadas produz menos ruídos do que as ranhuras fresadas (Kragh e Andersen, 2007).

Custos

As ranhuras fresadas custam NOK 40 por metro linear (Statens vegvesen, Håndbok 222, 2005).

Avaliações de custo-benefício

Desenvolveu-se um exemplo de cálculo que mostra os benefícios e os custos do reforço das linhas de bordo externas na Noruega. O reforço das linhas de bordo externas tem a finalidade de reduzir o número de acidentes em saídas de pista de 25% a 15%, respectivamente, para os acidentes fatais e acidentes com danos materiais. A duração do feito esperado é de 10 anos. Considera-se que o reforço das linhas de bordo externas não tenha efeito algum sobre a mobilidade ou condições ambientais. Supõe-se que o reforço seja aplicado em uma extensão de 1 km de rodovia (em ambos os sentidos) e tenha um custo social de NOK 120.000.

A economia de custos com acidentes por quilômetro de rodovia é estimada em:

- NOK 107.000 (valor estimado por dez anos) em uma rodovia com VDMA de 1.000 veículos;
- NOK 205.000 (valor estimado por dez anos) em uma rodovia com VDMA de 2.000 veículos;
- NOK 772.000 (valor estimado por dez anos) em uma rodovia com VDMA de 10.000 veículos.

A economia com custos de acidentes é mais evidente em rodovias com um VDMA a partir de 1.200 veículos.

Responsabilidade e procedimentos formais*Iniciativa para a medida*

A iniciativa para o reforço das linhas de bordo externas deve ser tomada pelo órgão gestor rodoviário, tendo por base as orientações estabelecidas, os requisitos-padrão de manutenção, os registros de acidentes, etc.

Requisitos e procedimentos formais

A frequência de renovação da sinalização horizontal depende do volume de tráfego (Statens vegvesen, Håndbok 111, 2003). Neste padrão de manutenção também se estabelecem os requisitos para a visibilidade da sinalização horizontal. Esses sinais pertencem a um processo de decisão sobre as marcas rodoviárias. No ano 2000 foram publicadas novas diretrizes para os perfis de vias com marcações (Assuntos Rodoviários, NA-circular 00/18).

Responsabilidade pela execução da medida

As despesas com a sinalização horizontal são identificadas como despesas da via, seguindo as regras das vias públicas para a alocação desses custos entre o estado, a região e o município.

3.26 LINHA DE BORDO INTERNA REFORÇADA

O capítulo foi revisado em 2010 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

As colisões frontais estão entre os acidentes mais graves e muitas delas ocorrem porque um condutor invadiu a área de condução de sentido oposto por falta de atenção ou sonolência. As análises de acidentes registrados nos EUA mostram que apenas cerca de 5% de todas as colisões frontais ocorrem devido a ultrapassagens em que o condutor perde o controle do veículo ou comete um erro com o veículo. Cerca da metade das colisões frontais ocorre em segmentos retos, ao passo que aproximadamen-

te 38% ocorrem em curvas (Najm, Sen, Smith e Campbell, 2003).

Na Noruega, de 2000 até 2009, 19% de todos os feridos ou mortos em acidentes registrados pela polícia foram em colisões frontais. Entre as vítimas fatais de acidentes registrados pela polícia, 39% foram em colisões frontais.

As análises dos acidentes com vítimas fatais na Noruega entre os anos de 2005 e 2008 mostram que a sonolência e a falta de atenção têm sido as causas decisivas para 3 em cada 18 (17%) colisões frontais com carretas em que elas foram a parte desencadeadora do evento, e pelo menos 19 de 64 (30%) colisões frontais com carretas em que o outro veículo foi a parte desencadeadora do evento (Analyser e Sørensen, 2010). Uma análise dos acidentes com vítimas fatais entre 1991 e 1998 na Finlândia mostra que 31% de todas as colisões frontais nesse período foram devido a erro de percepção ou sonolência; 36% devido a erro de operação; 15% devido a escolha errada da faixa de condução; 10% devido a suicídio, e 9% devido a outras causas (Summala, Karola, Radun e Couyoumdjian, 2003). Os acidentes devido a ultrapassagens são em torno de 2% de todos os acidentes com feridos na Noruega. A maioria dos acidentes de ultrapassagem ocorre em faixas comuns; apenas cerca de 2% deles ocorrem nas faixas de ultrapassagem (Børnes, Sakshaug e Aakre, 2004).

A marcação reforçada da linha de bordo interna tem como finalidade conduzir o tráfego, mostrar como o alinhamento da rodovia se desenvolve e advertir os condutores de que estão em risco de cruzar a linha de bordo interna. Ela pode ser uma alternativa para os separadores físicos em rodovias onde a construção dessa segregação não interessa. Comparadas às medidas de segregação física, a marcação reforçada da linha de bordo interna é mais barata e apresenta menores níveis de exigência relacionados à largura da rodovia e impede, mesmo que em menor grau, que os fluxos opostos se cruzem ou mesmo o fluxo oriundo das vias laterais e acessos.

Descrição da medida

A marcação reforçada da linha de bordo interna abrange as medidas de sinalização horizontal combinadas com medidas de aumento da rugosidade da superfície do pavimento. As medidas de aumento da rugosidade mais comuns são as ranhuras de segurança ou faixas sonorizadoras. As faixas sonorizadoras

produzem ruído e vibração quando o condutor passa por cima delas, de modo que a finalidade é alertar os condutores que o veículo está em risco de atravessar a linha de bordo interna. As faixas sonorizadoras costumam ser ranhuras fresadas, mas também podem ser impressas no asfalto quando ele ainda está fresco, por rolagem (*rolled rumble strips*). As faixas sonorizadoras impressas por rolagem são utilizadas, entre outros lugares, nos EUA, mas não na Noruega. A forma fresada é mais efetiva em produzir ruído e vibração e mais barata de ser instalada (Chen, 1994). As ranhuras das faixas sonorizadoras podem ter um perfil sulcado, como demonstra a Figura 3.26.1 (A), ou podem ter um perfil senoidal, como mostra a Figura 3.26.1 (B), que produz menos ruído exterior que o sulcado.

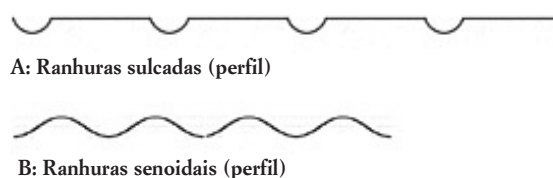


Figura 3.26.1: Tipos de faixas sonorizadoras (ranhura de segurança) em relação ao perfil

As ranhuras de segurança ou faixas sonorizadoras devem ter, por regra, de 30 a 40 cm de largura e devem ser instaladas internamente às duas linhas de bordo internas, e podem ser linhas sólidas ou texturizadas (Figura 3.26.2). O espaçamento entre as linhas marcadas é de cerca de 1 metro.

Na Noruega também tentou-se instalar faixas sonorizadoras texturizadas, conforme a Figura 3.26.2 (B), do lado externo das linhas de bordo internas (Giæver, Engen e Haukland, 2010).

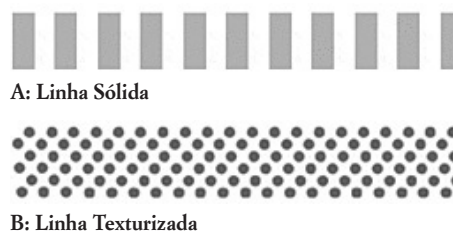


Figura 3.26.2: Formas de sinalização horizontal aplicadas sobre as ranhuras.

Impacto sobre os acidentes

Os seguintes estudos pesquisaram o impacto de diferentes tipos de marcação de linha de bordo interna reforçada sobre o número de acidentes:

Tamburri, Hammer, Glennon e Lew, 1968 (EUA);
 Monsere, 2001 (EUA);
 Outcalt, 2001 (EUA);
 Noyce e Elango, 2004 (EUA);
 Persaud, Retting e Lyon, 2004 (EUA);
 Hirasawa, Asano e Saito, 2005 (Japão);
 Briese, 2008 (EUA);
 van Schalkwyk e Washington, 2008 (EUA);
 Karkle, Russell e Rys, 2009 (EUA).

Os resultados estão resumidos na tabela 3.26.3.

Os resultados referentes à instalação de **faixa sonorizadora interna ou externamente às linhas de bordo internas são apresentados** na tabela 3.26.3. Os resultados se baseiam apenas em estudos que utilizaram o grupo de controle (Noyce e Elango, 2004; Persaud et al., 2004; van Schalkwyk e Washington, 2008), e os últimos dois estudos consideraram os efeitos da regressão para a média. O resultado referente aos acidentes com vítimas fatais é baseado em uma única pesquisa que utilizou grupo de controle, mas não controlou os efeitos da regressão para a média (Monsere, 2001).

Os resultados da tabela 3.26.3 mostram reduções significativas do número de acidentes em rodovias com faixas sonorizadoras nas linhas de bordo internas. A maioria dos estudos não especificou como as faixas sonorizadoras foram instaladas em relação à marcação da linha de bordo. Todas as pesquisas foram realizadas em rodovias de pista simples em zonas rurais. As faixas sonorizadoras tinham de 30 e 40 cm de largura e eram fresadas no asfalto, geralmente entre as linhas de bordo internas ou ao longo

delas. Não foram encontrados estudos de faixas sonorizadoras com perfil senoidal.

A redução de acidentes é maior para as colisões frontais (-25% acidentes com feridos) do que para os acidentes como um todo (-11% acidentes com feridos). Um estudo que também utilizou grupo de controle e avaliou o impacto esperado sobre o número de acidentes, mas que não está incluído nos resultados da tabela 3.26.3, mostra que o número de colisões frontais e saídas de pista à esquerda (com o cruzamento da linha de bordo interna) diminuiu em 29,3% em rodovias com faixa sonorizadora na linha de bordo interna (Sayed, deLeur e Pump, 2010). Este resultado está de acordo com aquele apresentado na tabela 3.26.3 para colisões frontais.

A maior redução foi encontrada em acidentes com vítimas fatais. Não parece, entretanto, que o impacto seja maior em acidentes com feridos do que em acidentes com gravidade não especificada (acidentes com feridos e com danos materiais).

Os resultados dos estudos sem grupo de controle não foram considerados nos resultados referentes às faixas sonorizadoras na tabela 3.26.1. O cálculo dos impactos com base em todos os estudos, com e sem o grupo de controle, resulta em maiores reduções que as apresentadas na tabela 3.26.1: para todos os acidentes (-29% para acidentes com gravidade não especificada) e para as colisões frontais (-45% para acidentes com gravidade não especificada e acidentes com feridos). Todos os resultados são estatisticamente significativos. Com o controle do viés de publicação, os impactos serão ainda maiores do que

TABELA 3.26.1: IMPACTOS DE DIFERENTES TIPOS DE MARCAÇÃO DE LINHA DE BORDO INTERNA REFORÇADA (FAIXA SONORIZADORA) SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Mudança porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Faixas sonorizadoras entre as linhas de bordo internas			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-12	(-18; -6)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-11	(-19; -3)
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-80	(-92; -51)
Gravidade não especificada	Colisões frontais	-23	(-35; -7)
Acidentes com feridos	Colisões frontais	-25	(-39; -6)
Gravidade não especificada	Todos os acidentes por dia	-8	(-16; +0)
Gravidade não especificada	Todos os acidentes por noite	-32	(-52; -4)
Faixas sonorizadoras externas às linhas de bordo internas			
Gravidade não especificada	Todos os acidentes	-13	(-25; +2)
Gravidade não especificada	Colisões frontais	0	(-30; +44)

quando os resultados são baseados apenas em estudos com grupo de controle. Isso indica a influência nos resultados da falta do grupo de controle e que os impactos maiores resultam dos efeitos da metodologia.

Com relação às **faixas sonorizadoras instaladas externamente às linhas de bordo internas**, não foram encontradas modificações significativas no número de acidentes. O resultado se baseia em apenas um único estudo (Briese, 2008), que se trata de uma pesquisa antes-depois sem grupo de controle.

Uma explicação sobre o impacto na redução dos acidentes gerado pelas faixas sonorizadoras é que os condutores que estão em risco de cruzar a linha de bordo interna por falta de atenção ou cansaço “acordam” com o efeito sonoro. Outra explicação é que a faixa sonorizadora faz com que os veículos mantenham maior distância do eixo da rodovia e isso leva a um aumento de distância entre os sentidos opostos de fluxo (Giæver et al., 2010; Porter, Donnell e Mahoney, 2004; Pratt, Miles e Carlson, 2006; Sagberg, 2007). No estudo de Sagberg (2007), o impacto sobre o afastamento lateral dos veículos era maior para segmentos com linhas de bordo internas reforçadas (como mostra a Figura 3.26.2 (A)) do que para um tipo alternativo de marcação das linhas de bordo internas (faixas transversais verdes de 1 metro de comprimento pintadas sobre a marcação da linha de bordo sem efeito sonoro). Pratt et al. (2006) constatou um aumento do afastamento da linha de bordo interna em rodovias com faixa sonorizadora mediana apenas em trechos retos e resultados incertos nas curvas. No estudo de Porter et al. (2004), a variação do afastamento da linha de bordo interna diminuiu em rodovias com faixas sonorizadoras medianas. De acordo com o estudo de Pratt (Pratt et al., 2006), as ultrapassagens não foram influenciadas pelas faixas sonorizadoras.

Impacto na mobilidade

Em um estudo norueguês acerca do impacto de diferentes tipos de linha de bordo interna reforçada, não foram encontradas alterações na velocidade de condução em rodovias com linhas de bordo perfiladas ou faixas sonorizadoras na linha de bordo interna (Giæver et al., 2010). Porter et al. (2004) também não encontraram nenhuma relação entre as faixas sonorizadoras na linha de bordo interna e a velocidade. Karner (2007), por outro lado,

mostrou em um estudo norueguês que uma faixa separadora de sentidos de 1 metro, com linhas perfiladas marcadas e faixas sonorizadoras entre as linhas, reduziu a velocidade de condução em 2,7 km/h em média em uma rodovia com limite de velocidade em 80 km/h. Com relação a outra forma de marcação de linha de bordo interna reforçada (faixas transversais verdes de 1 metro de comprimento pintadas sobre a marcação comum da linha de bordo interna), não se demonstra nenhum impacto sobre a velocidade. Nesta pesquisa, a linha de bordo externa foi deslocada lateralmente para o lado de fora da rodovia, de maneira que a largura das faixas de rolamento não se modificasse com as medidas de marcação.

Impacto no meio ambiente

As faixas sonorizadoras/ranhuras de segurança produzem ruído quando os veículos passam sobre as linhas. Em princípio, não se planeja que o veículo passará sobre as linhas ou as cruzará, mas, se isso acontecer, as faixas sonorizadoras poderão ser inoportunas para o meio ambiente. As faixas sonorizadoras produzem mais barulho externo quando o perfil é de forma retangular e menos barulho externo quando têm perfil senoidal (Giæver et al., 2010).

Custos

O custo para a instalação da marcação da linha de bordo interna reforçada dupla com faixa sonorizadora interna senoidal é de cerca de NOK 150 por metro, no preço atual. Com a instalação em maior extensão, o custo é consideravelmente menor (aproximadamente NOK 100 por metro). Os preços não incluem as taxas de juros, o planejamento, a gestão da construção ou eventuais inconvenientes para os condutores. A recomendação geral para levar em conta esses custos é acrescentar 35%.

Os custos para a instalação das marcações perfiladas nos EUA (sem incluir as manutenções) ficam entre US\$ 0,38 e 3,63 por metro (em 2005 correspondia a cerca de NOK 2,5 e 24,5) dependendo da extensão de aplicação das faixas sonorizadoras (Perillo, 1998). As marcações devem ser renovadas ou receber manutenção constantemente. A frequência depende, entre outros fatores, do pavimento da rodovia e pode variar entre 2 e 6 anos. Os custos para manutenção são cerca da metade dos investimentos da primeira instalação (Mason, 1999).

Avaliações de custo-benefício

Realizou-se uma previsão que mostra a relação de custo-benefício da marcação da linha de bordo interna reforçada na Noruega. Com a marcação reforçada, prevê-se reduzir o número de acidentes em 20% para os acidentes com vítimas fatais e em 10% para os acidentes com feridos. É previsto que o impacto dure por dez anos. A marcação da linha de bordo interna reforçada não parece ter impacto algum sobre a mobilidade ou o meio ambiente. É previsto que essa marcação, em 1 km de rodovia, tenha um custo socioeconômico de NOK 120 mil.

Os custos por quilômetro de rodovia economizados com acidentes são calculados em:

- NOK 129 mil (valor estimado por dez anos) em uma rodovia com VDMA de 1.000 veículos;
- NOK 255 mil (valor estimado por dez anos) em uma rodovia com VDMA de 2.000 veículos;
- NOK 1 milhão e 248 mil (valor estimado por dez anos) em uma rodovia com VDMA de 10.000 veículos.

Os custos economizados de acidentes são superiores aos custos da medida em rodovias com um VMDA de 1.000 veículos ou mais.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a medida é tomada pela autoridade de viária, com base em diretrizes estabelecidas no tocante à exigência de padrão de manutenção, registros de acidentes, etc.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos para este tipo de sinalização são determinados no manual 049, de sinalização viária (2001), da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. A frequência da renovação das marcações é de acordo com o volume de tráfego da rodovia (Statens vegvesen, Håndbok 111, 2003). Nesse padrão de manutenção, há também determinadas exigências referentes a critérios de visibilidade das marcações. O manual fornece instruções sobre a escolha do tipo de marcação a ser utilizado. Em 2000 foram determinadas novas diretrizes para medidas de sinalização horizontal

com aumento da rugosidade do pavimento (Vegdirektoratet, NA-rundskriv 00/18). De acordo com as diretrizes, todas as linhas de advertência, linhas de barreira e combinações das mesmas devem incluir as medidas de aumento da rugosidade. No entanto, as faixas sonorizadoras devem apenas ser instaladas após a aprovação da autoridade rodoviária.

Responsabilidade pela execução da medida

As despesas geradas por este tipo de sinalização na rodovia são consideradas como despesas da própria rodovia e distribuídas conforme legislação rodoviária entre estados e municípios.

3.27 PONTOS DE PARADA DE ÔNIBUS E BONDES

O capítulo foi escrito em 2010 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Entre 2000 e 2009 cerca de 730 pedestres foram feridos ou mortos em acidentes de trânsito registrados na Noruega. Destes, 28 pedestres vieram a óbito e 96 foram gravemente feridos. Não se sabe quantos pedestres foram feridos ou mortos devido ao embarque ou desembarque de ônibus ou bonde. Com relação aos pedestres envolvidos em acidentes, foram 159 (21,7%) por ano atravessando a via fora da faixa ou da interseção. Além disso, 30,5 (4,2%) por ano acidentaram-se enquanto atravessavam a via, surgindo por trás de um veículo estacionado ou parado e 48,3 (6,6%) por ano acidentaram-se quando estavam no meio da pista.

Segundo os relatórios anuais nacionais sobre grupos de análise de acidentes (UAG), um problema associado aos pedestres é a falta de organização voltada para os usuários de ônibus, em uma combinação de más condições de visibilidade, que podem criar situações perigosas quando os pedestres cruzam a via depois de descer do transporte coletivo (Statens vegvesen, 2009A). As propostas incluem a instalação de pontos de parada, construção de baias e medidas para travessia mais segura.

A segurança dos movimentos relacionados aos pontos de parada tem por finalidade reduzir o

número de acidentes relacionados ao embarque e desembarque de veículos de transporte coletivo. Pontos de parada bem projetados podem também reduzir conflitos ou acidentes entre os veículos que operam nos pontos (ônibus e trem) e outros veículos.

Descrição da medida

A segurança dos pontos de parada envolve as seguintes medidas:

- localização dos pontos de parada e tipos de pontos de parada – na calçada ou no canteiro central;
- instalação de estações;
- equipamentos de segurança nos pontos de parada, como, por exemplo, cercas e iluminação.

As normas viárias (Statens Vegvesen, 2008, Håndbok 017) fornecem diretrizes gerais para a disposição de pontos de parada para meios de transporte coletivo. A disposição e a construção dos pontos de parada são descritas detalhadamente no Håndbok 232, Regulamentação para transporte público por via (Statens vegvesen, 2009B). As diretrizes para a disposição e construção das paradas compreendem, entre outros aspectos, que:

- os pontos de parada devem ser dispostos em relação às áreas residenciais, escolas, instituições, etc. de maneira a minimizar a necessidade de travessia da via pública;
- por motivos de segurança viária, as paradas devem normalmente ser instaladas após a interseção;
- as baias de ônibus podem ser substituídas por pontos de parada na via no meio-fio/calçada, em zonas urbanas onde o interesse de um escoamento de tráfego não é prioridade, diferentemente de trechos de vias principais.
- limites de velocidade e VMDA elevados aumentam a necessidade de baias de ônibus;
- os pontos de parada não devem ser dispostos em locais onde não há visibilidade suficiente de ambos os sentidos;
- para evitar que o ônibus invada a área dos pedestres, a plataforma deve ter alinhamento reto;
- os pontos de parada podem ser instalados em zonas de visibilidade desobstruída em interseções, porém o abrigo do ponto de ônibus deve ser instalado fora desta área;
- a ideia de conexão com as vias para bicicletas e pedestres pode influenciar a disposição do ponto de parada;

- paradas do tipo 3, 4 e 5 (ver a seguir) devem ser construídas de acordo com as normas de acessibilidade universal; isso significa, entre outras coisas, a necessidade de embarque em nível em ônibus e bondes.

Há os seguintes tipos de pontos de parada:

- Parada tipo 1: placa de parada, sem marcação física da respectiva parada;
- Parada tipo 2: apenas a placa 512 contendo informações, nenhuma organização física;
- Parada tipo 3: placa 512 com plataforma para passageiros ou parada em calçada de cidades/zonas urbanas;
- Parada tipo 4: placa 512 com plataforma para passageiros e baía;
- Parada tipo 5: parada em nó, descrita em capítulo separado no Håndbok 232.

Impacto sobre os acidentes

Não foram encontradas pesquisas que mostram se a disposição dos pontos de parada em concordância ou não com essas diretrizes levaria a um número de acidentes menor ou maior. A disposição dos pontos de parada e seus tipos foram pesquisados por:

Hvoslef, 1973 (Noruega);
Skölving, 1979 (Suécia) e
Sagberg & Sætermo, 1997 (Noruega).

A tabela 3.27.1 mostra os resultados.

Um estudo sueco (Skölving, 1979) mostra que a instalação de baias de ônibus reduz o número de acidentes com feridos, mas aumenta o número de acidentes com danos materiais. Os resultados são, entretanto, muito incertos. O impacto sobre os acidentes da instalação de abrigos em baias de ônibus não foi documentado. Presume-se que a iluminação das baias de ônibus reduza o número de acidentes (consulte o capítulo 1.18).

Duas pesquisas em Oslo (Hvoslef, 1973; Sagberg & Sætermo, 1997) indicam que os pontos de parada de bonde são mais seguros quando estão localizados na calçada do que quando estão no canteiro central. Com relação ao risco de acidentes com pedestres, ele é menor em pontos de parada na calçada do que no canteiro central.

TABELA 3.27.1: IMPACTOS DE DIFERENTES TIPOS DE LOCAIS DE PARADA PARA ÔNIBUS E BONDES SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES. MODIFICAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES:

Gravidade do acidente	Modificação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Instalação de baía de ônibus			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-74	(-90; -34)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	+120	(+9; +348)
Passagem de ponto de parada de bonde no canteiro central para a calçada			
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-55	(-65; -41)
Acidentes com feridos	Acidentes com pedestres	-76	(-82; -67)

Impacto na mobilidade

As baias de ônibus podem influenciar no tempo de viagem tanto para os passageiros do ônibus quanto para os outros usuários da via. O modelo sueco (Skölving, 1979) indica um benefício de tempo de 25 a 50 segundos para os veículos impactados em vias onde o tráfego horário é da ordem de 500 veículos. “Veículos impactados” seriam os veículos que teriam que parar na via, atrás do ônibus, se não houvesse a referida baía. No cálculo do modelo, pressupõe-se que o ônibus tenha 30 segundos de parada no ponto.

Na mesma pesquisa, para os ônibus que saem da baía e querem regressar à corrente de tráfego, calculou-se um atraso médio entre 4 e 11 segundos por ônibus em uma via com fluxo de 500 veículos por hora, devido ao fato de o ônibus ter que dar a preferência (Skölving, 1979); no entanto, este valor depende do padrão de aceitação de *gaps* (brechas) do motorista do ônibus. Os atrasos para os ônibus podem ser reduzidos ao anular-se a necessidade de dar a preferência. Na Noruega, isso é realizado em vias onde o limite de velocidade é de 60 km/h ou menor.

Custos

No período 2010 a 2019 de planejamento viário, estão reservados NOK 178 milhões por ano para medidas relacionadas ao transporte coletivo no Plano de transportes nacional (Samferdselsdepartementet, 2008-2009). Este montante deve ser predominantemente utilizado para organizar tanto a infraestrutura existente quanto a nova (principalmente para pontos de parada e terminais) de acordo com o princípio da acessibilidade universal.

Uma compilação de informações de 908 locais (Elvik, 1996) mostra que a instalação de uma baía de ônibus

custa em média cerca de NOK 140 mil (preços de 1995). Não foram encontrados novos valores de custo.

Avaliações de custo-benefício

A relação de custo-benefício de diferentes medidas provavelmente varia bastante dependendo da condição local e, por isso, é difícil indicar números gerais. O benefício varia dependendo do impacto sobre os acidentes e a mobilidade. Realizou-se uma previsão de custos que pode esclarecer os possíveis impactos da instalação de baias de ônibus na Noruega. É previsto que o VDMA da via seja de 10 mil veículos, dos quais 200 são ônibus. O risco por local de parada é de 0,01 acidente com feridos por ano. Pressupõe-se que os acidentes com feridos sejam reduzidos em 75% e que os acidentes com danos materiais aumentem em 120%. Adicionalmente, pressupõe-se que cada veículo economize em média 1 s quando a baía de ônibus for criada. Os efeitos das baias de ônibus são calculados em NOK 48 mil em custos economizados de acidentes, e NOK 1,18 milhão em custos de economia de tempo, totalizando NOK 1,23 milhão em benefícios. Os custos socioeconômicos para a implantação da medida são calculados em NOK 0,25 milhão. O benefício é maior que os custos, mas a hipótese incerta realizada sobre a economia de tempo pode influenciar decisivamente o resultado.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a construção de baias de ônibus é tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega em conjunto com as companhias de transporte. As normas de tráfego (Statens vegvesen, 2008) e as normas de sinalização (Statens

vegvesen, 2009) fornecem os critérios para a avaliação da necessidade de diferentes tipos de parada.

Requisitos e procedimentos formais

O Håndbok 017, vegnormalene (Statens vegvesen, 2008) e o Håndbok 232, Regulamentação para transporte público por via (Statens vegvesen, 2009) fornecem os requisitos formais para a construção de baias de ônibus e outros terminais para os meios de transporte coletivos. As regras de sinalização para os pontos de parada e outros terminais são fornecidas nas normas de sinalização (Statens vegvesen, 2009). O planejamento para a construção das instalações para o transporte coletivo via de regra é elaborado pela agência regional viária ou pelo município. É importante que as partes interessadas, ou seja, companhias de transporte coletivo, proprietários de táxis, polícia, representantes dos condutores e representantes do comércio recebam informações sobre o planejamento e tenham a oportunidade de expressar suas ideias a respeito.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades viárias são responsáveis pela execução da medida relacionada ao transporte coletivo em vias públicas.

3.28 MEDIDAS PARA EVITAR A CONDUÇÃO NA CONTRAMÃO

O capítulo foi escrito em 2013 por Alena Høye (TØI)

Dirigir na contramão é incomum e pode levar a acidentes muito graves. O risco de um condutor dirigir na contramão pode ser afetado, por exemplo, pela disposição física dos elementos do sistema viário, pela configuração de entradas/saídas e pela sinalização. Alguns dispositivos acionados nos veículos, como, por exemplo, a luz dos faróis que é refletida na pista de rolamento, podem reduzir o risco da condução na contramão. Resultados empíricos para o impacto sobre o número de acidentes não foram encontrados.

Problema e finalidades

O condutor que dirige na contramão é um condutor infrator. Conduzir na contramão não é um fenômeno muito frequente, mas muitas vezes leva a aciden-

tes muito graves, especialmente em rodovias com separação física entre os fluxos de sentidos opostos e de alta velocidade, em que nem sempre é possível que um condutor, quando dirigindo na contramão, retorne ou que outros carros realizem uma manobra evasiva a uma distância segura.

Não há informações precisas sobre a incidência da condução na contramão. Registros sobre a condução na contramão não têm provado serem indicadores confiáveis sobre o tema (Scaramuzza e Cavegn, 2006). Na Noruega, de 2002 a 2009 foram registrados apenas 15 relatos policiais de acidentes com feridos em que “condutores dirigindo na contramão” estavam envolvidos, com um total de cinco mortos; sete feridos graves e 19 feridos leves (Statens vegvesen, 2011). Na Dinamarca, houve um aumento marcante de casos de condução na contramão entre 2000 e 2010 (Larsen e Carstensen, 2011).

Acidentes envolvendo condução na contramão são muito mais graves que outros acidentes. Na Noruega e em outros países (Dinamarca, Finlândia, Japão, Países Baixos, Noruega, Estados Unidos e Áustria), esses acidentes constituem apenas 0,5% ou menos do total dos acidentes nas rodovias. A proporção entre os acidentes fatais nas rodovias em que um dos veículos conduzia na contramão é grande. A proporção é estimada entre 3 e 6%. Os resultados baseiam-se em vários estudos de diferentes países (Karner, 2003; Scaramuzza e Cavegn, 2006; Karhunen, 2003; SWOV, 2005; Larsen e Carstensen, 2011). Pesquisas com 155 acidentes envolvendo a condução na contramão na Áustria mostram que há, em média, 2,47 pessoas mortas ou feridas nesses acidentes, das quais 0,48 é morta; 1,14 é ferido grave e, 0,85 é ferido leve. A pesquisa também mostrou que 77% dos veículos infratores envolvidos eram veículos registrados em localidades próximas.

Existem alguns fatores de risco da condução na contramão, de acordo Sagberg (2003), Scaramuzza e Cavegn (2006) e Larsen e Carstensen (2011), como, por exemplo, as más condições de visibilidade – escuridão, neblina, chuva e neve – e a idade dos condutores. Os resultados dos vários estudos também sugerem que a intoxicação, por álcool, drogas ou medicamentos, estresse e doenças (como, por exemplo, a demência) aumentam o risco da condução na contramão, de modo que os homens apresentam um risco maior de tal comportamento que as mulheres. Na Áustria e nos Países Baixos, mais de 80% de todos os condutores envolvidos em acidentes com veículos conduzindo na contramão eram homens (Sca-

ramuzza e Cavegn, 2006), e na Dinamarca essa taxa é de cerca de 75%. O baixo volume de tráfego pode aumentar o risco da condução na contramão, já que é menos provável encontrar veículos trafegando no sentido correto à frente, que serviriam para indicar por onde se deve ir (Sørensen, 2011).

Quase todos os “condutores que dirigem na contramão” dirigem um veículo de passeio. Aproximadamente 80% de todos os acidentes envolvendo condução na contramão ocorrem em rodovias com várias faixas, e o condutor desloca-se para a faixa da esquerda, o que o leva para a faixa do sentido oposto. Os motivos mais comuns de veículos conduzindo na contramão são: alguém adentrar na rodovia no sentido contrário ao sair de um acesso; fazer um retorno na rodovia a fim de evitar o pagamento de pedágio; fazer um retorno pelo acostamento ao visualizar uma saída, dirigir do lado errado da faixa central em rodovia que não tem divisão central ou virar numa via de mão única (Karner, 2003; Scaramuzza e Cavegn, 2006; Larsen e Carstensen, 2011).

A finalidade das medidas que evitam a condução na contramão é evitar que os condutores trafeguem no sentido errado. As medidas também têm a intenção de alertar outros condutores, o Centro de Gerenciamento de Tráfego Rodoviário, a polícia, as agências de resgate e os próprios veículos que estão na contramão.

Descrição da medida

Os riscos da condução na contramão são amplamente dependentes do projeto geométrico e da sinalização das saídas das rodovias e das outras vias, com separação física entre os sentidos opostos de direção. As medidas gerais que previnem a condução na contramão podem ser reforçadas por um projeto de saídas e uma sinalização clara que inclua medidas para torná-la mais visível (como, por exemplo, melhores propriedades reflexivas), melhorias na sinalização horizontal e iluminação da via. Em rodovias que têm separação físicas por barreiras centrais, mas onde também há a possibilidade de travessia entre as barreiras, a medida é melhorar a sinalização e dar aviso de alerta sobre os trechos à frente e a necessidade de evitar possíveis erros no sentido de direção.

Em alguns países, como na Noruega, Áustria, Dinamarca e Alemanha, por exemplo, utilizam-se placas de sinalização maiores e placas de fundo amarelo que contêm o sinal 302, indicando sentido proibido, com o texto “Pare agora”, no idioma apropriado.

Outras possíveis medidas físicas são as instalações de alertas no pavimento, que impedem a condução de veículos no sentido errado nas saídas (dispositivo de deflação dos pneus que podem ser transpassados quando se está no sentido correto, mas que danificam os pneus se o veículo se deslocar no sentido errado). Essas medidas são, no entanto, pouco estudadas e podem causar problemas também para o tráfego que se desloca na direção certa (Scaramuzza e Cavegn, 2006; Larsen e Carstensen, 2011). Além disso sua instalação e operacionalização são caras.

Foram feitas algumas pesquisas com um sistema automático, que detecta o sentido de fluxo dos veículos em acessos de saídas das rodovias. Informações sobre veículos conduzindo na contramão podem gerar alertas para outros condutores (Scaramuzza e Cavegn, 2006). No entanto, os alarmes falsos são um problema, principalmente se forem enviados alarmes sobre outros veículos (que não existem), além do veículo real que entrou de fato na contramão.

A detecção automática de veículo na contramão nas saídas das rodovias (acionada pelo próprio veículo), que alerta os condutores sobre veículos na contramão, existe, por exemplo, na Dinamarca e nos EUA. Existe uma luz vermelha (na Dinamarca) e branca (nos EUA) na rodovia ou um sinal de “pare” piscante sobre a placa 302 “Sentido Proibido” (Stattens vegvesen, 2010).

Existem medidas que alertam outros usuários da via e encarregados de centros de controle de tráfego, polícia e serviços de emergência. Elas podem reduzir o risco de acidentes, caso os usuários e demais se deparem com um veículo na contramão, porém os riscos não diminuem para o condutor do veículo na contramão.

Existem também sistemas em veículos que utilizam GPS que podem detectar quando o veículo está circulando na contramão da via. Eles primeiro alertam o condutor do veículo em questão e depois os outros condutores dos veículos ao redor (BMW, 2007).

Impacto sobre os acidentes

Não foram encontrados estudos sobre medidas de combate à condução na contramão que afetem o número de acidentes. Isso ocorre principalmente porque os acidentes causados pela condução na contramão do tráfego são tão raros que o impacto é muito difícil de quantificar.

Tampouco são encontradas estimativas de quantos veículos na contramão em acessos são evitados com as várias medidas para evitar a direção na contramão ou quantos acidentes envolvendo veículo na contramão podem ser evitados.

Uma análise de 15 acidentes causados por veículos conduzindo na contramão do tráfego na Noruega (Statens vegvesen, 2010) mostra que nenhum dos condutores que dirigia na contramão e se envolveu em acidente tinha adentrado o acesso onde havia o sinal 302 de “Sentido proibido”; em alguns casos, não havia o sinal 302.

De acordo com SWOV (2005), o número de acidentes devido à condução na contramão diminuiu fortemente nos Países Baixos depois que todos os acessos foram equipados com sinalização de “Sentido proibido” mais o alerta de “Volte”. O número de acidentes voltou a cair depois que muitos acessos foram equipados com um sinal amarelo grande com uma mão alertando e placas de “Sentido proibido”. Não se pode esquecer que a redução de acidentes pode ser atribuída a variações aleatórias, que podem ser substanciais quando não há muitos acidentes. Um estudo conduzido em uma rotatória na Noruega, onde muitos condutores dirigem da rotatória para uma via lateral (Sørensen, 2011), sugere que a geometria tem um efeito maior do que a sinalização. A sinalização vertical e a horizontal podem, portanto, não ter muito efeito quando a geometria não for adequada. Os resultados de um estudo realizado nos EUA (Copelan, 1989) sobre a utilização de luz branca acionável quando um veículo trafega na contramão em um acesso rodoviário sugere que essa luz pode até parar a maioria dos condutores, mas não impede que todos os veículos adentrem o sentido oposto. Uma das vantagens dessa medida, de acordo com Copelan (1989), é que os condutores que estão sob a influência de álcool, muitas vezes, prestam maior atenção à rodovia e menor atenção às sinalizações. A luz na vias pode, portanto, ser mais eficaz contra este grupo de risco do que as sinalizações.

Um estudo simulado (Laurie et al., 2004) mostrou que um sinal comum de “Proibido” nos acessos têm maior efeito sobre o número de condutores que conduzem na contramão que o sinal tridimensional de “Sentido proibido” (faixas brancas são pintadas sobre um cone vermelho tridimensional).

De modo geral, estes estudos constataam que as medidas para evitar a condução na contramão podem

ser eficazes. No entanto, não é possível quantificar seus impactos.

Impacto na mobilidade

As medidas de prevenção contra a condução na contramão não têm efeito comprovado sobre a mobilidade. No entanto, supõe-se um efeito positivo, uma vez que os acidentes graves nas rodovias muitas vezes provocam longas filas e longos atrasos.

Impacto no meio ambiente

As medidas que impedem a condução na contramão não têm nenhum efeito comprovado sobre o meio ambiente.

Custos

Os custos de um sistema para a detecção de um veículo na contramão em acessos de rodovias foram estimados em 2002 em: sem vídeo-monitoramento, 12.000 euros, e com vídeo-monitoramento, 19.000 euros (Scaramuzza e Cavegn, 2006).

O custo do sinal de “Pare” vermelho piscante (dos sinais de “Sentido proibido”), ativado por um veículo na contramão foi estimado em cerca de NOK 150.000 em 2010 (Statens vegvesen, 2010).

Sinais 565 de “Direção errada”, com uma mão alertando, o sinal 302 de “Sentido proibido”, com uma mão alertando e fundo vermelho, custam aproximadamente NOK 20.000, incluindo seus respectivos postes (Statens vegvesen, 2010).

Avaliações de custo-benefício

É difícil realizar análises de custo-benefício sobre as medidas de prevenção do fluxo na contramão quando não se tem informações específicas sobre o impacto das medidas no número de acidentes.

Um estudo suíço mostrou que a notificação de condutores na contramão pelo rádio tem um benefício anual de cerca de NOK 6 milhões. Esses dados se baseiam em modelos de cálculos da probabilidade de acidentes envolvendo condutores na contramão com e sem informações de trânsito na rádio (B + S Engenharia AG et al., 2004; citada por Scaramuzza e Cavegn, 2006).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Geralmente será a autoridade rodoviária quem tomará a iniciativa de estabelecer medidas para prevenir a condução na contramão.

Requisitos e procedimentos formais

Eventuais medidas físicas seguem os mesmos procedimentos com relação a outros assuntos relacionados às medidas físicas na rede rodoviária. A Agên-

cia Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é a encarregada de tomar decisões para a instalação dos sinais 565 de “Direção errada” nas rodovias, enquanto que o município é encarregado de tomar decisões sobre as vias municipais.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades rodoviárias são responsáveis pelas medidas que previnem a condução na contramão. Os custos são cobertos pela rodovia estadual, regional e municipal ou pelo conselho das vias municipais.

REFERÊNCIAS

- Aas, H. (2002). Winterthur: Sykling mot enveiskjøring en naturlig del av sykkelveinettet. *Samferdsel*, **4**, 20-23.
- Abdel-Aty, M., Dhindsa, A. & Gayah, V. (2007). Considering various ALINEA ramp metering strategies for crash mitigation on freeways under congested regime. *Transportation Research Part C*, **15**, 113-134.
- Abdel-Aty, M., & Abdalla, F. M. (2004). Linking roadway geometrics and real-time traffic characteristics to model daytime freeway crashes: generalized estimating equations for correlated data. *Transportation Research Record*, **1897**, 106-115.
- Abdel-Aty, M., & Pande, A. (2005). Identifying crash propensity using specific traffic speed conditions. *Journal of Safety Research*, **36(1)**, 97-108.
- Abdel-Aty, M., & Vikash, G. (2008). *Comparison of two different ramp metering algorithms for real-time crash risk reduction*. Paper presented at the TRB 87th Annual Meeting.
- Abdel-Aty, M., Cunningham, R.J., Gayah, V.V. & Hsia, L. (2008). Dynamic Variable Speed Limit Strategies for Real-Time Crash Risk Reduction on Freeways. *Transportation Research Record*, **2078**, 108-116.
- Abdel-Aty, M., Dilmore, J & Dhindsa, A. (2006). Evaluation of variable speed limits for real-time freeway safety improvement. *Accident Analysis & Prevention*, **38**, 335-345.
- Abdulhai, B. & Look, H. (2003). Impact of dynamic and safety conscious route guidance on accident risk. *Journal of Transportation Engineering-ASCE*, **129(4)**, 369-376
- Abel, H. & U. Matthes (2001). *Auswirkungen einer flächendeckenden Einführung von Tempo 30 innerorts auf die Unfallzahlen in der Schweiz*. Prognos AG, Basel.
- Abrahamsson, A., K. Ohlsson & K. Sjölander. (1991). *Litteratursökning gällande olycksprediktionsmodeller och riskindex för plankorsningar mellan väg och järnväg*. VTI-notat T 105. Väg- och Trafikinstitutet (VTI), Linköping.
- Administrativ samarbeidsgruppe for Groruddalen (2003). *Bede miljø i Groruddalen. Planer og hovedstrategier. Miljøsoner med 4 innsatsområder*. April 2003.
- Agent, K. R. & J. D. Clark. (1982). Evaluation of reversible lanes. *Traffic Engineering and Control*, **23**, 551-555.
- Agerlin, M. og Jensen, N. (2008). Cykling mod ensretningen i København, Vejforum, Nyborg, desember.
- Agustsson, L. (2001). *Danish experiences with speed zones/variable speed limits*. Paper presented at the Conference traffic safety on three continents, Moscow, September 19-21, 2001 (available on CD-Rom).
- Åkerlund, O. & Ö. Johansson. (1980a). *Trafiksäkerhetseffekten av kantstolpar*. Meddelande TU 1980:7. Statens Vägverk, Utvecklingssektionen, Borlänge.
- Åkerlund, O. & Ö. Johansson. (1980b). *Trafiksäkerhetseffekten av reflektorer på snöstör*. Meddelande TU 1980:8. Statens Vägverk, Utvecklingssektionen, Borlänge
- Albert, G. & Jo, S. (2003). *Operational performance model for freeway truck-lane restrictions*. Report prepared for the Office of the State Transportation Planner, System Planning Office. Lehman Center for Transportation Research, Florida International University, Miami, Florida.
- Al-Ghamdi, A. S. (2007). Experimental evaluation of fog warning system. *Accident Analysis & Prevention*, **39(6)**, 1065-1072.
- Aljanahi, A.A.M., Rhodes, A.H. & Metcalfe, A.V. (1999). Speed, speed limits and road traffic accidents under free flow conditions. *Accident Analysis & Prevention*, **31**, 161-168.
- Allaby, P.E. (2006). *An Evaluation of the Safety and Operational Impacts of a Candidate Variable Speed Limit Control Strategy on an Urban Freeway*. Thesis presented to the University of Waterloo. Waterloo, Ontario, Canada.
- Allen, J. S. (2006). When does contraflow bicycle travel make sense?, *Jonh S. Allen's bicycle facilities, laws and program pages*, 27. juli 2006, <http://www.bikexpert.com/bikepol/facil/lanes/contraflow.htm> (sett juli 2011).
- Al-Masaeid, H. R. (1997). Performance of Safety Evaluation Methods. *Journal of Transportation Engineering*, **123**, 364-369.
- Almqvist, S. (1988). *Trafikstudier ved Hemlingebysskolan utanför Gävle*. SÅKTRA, Sept. 1988.
- Alrutz, D., Angenendt, W., Draeger, W. og Gündel, D. (2002). Verkehrssicherheit in Einbahnstrassen mit gegengerichtetem Radverkehr, Strassenverkehrstechnik, nr. 6/2002. *Oversatt til engelsk av Allen, J. S (2003). Traffic safety on none-way streets with contraflow bicycle traffic*, www.bikexpert.com/research/contraflow/gegengerichtet.htm (sett juli 2011).
- Amundsen, A. H. & R. Elvik. (2003). Effects on road safety of new urban arterial roads. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 115-123.
- Amundsen, A. H. Kolbenstvedt, M. & Lerstang, T. (2003). *Miljøsoner – bedre miljø i byer og tettsteder. Muligheter og utfordringer*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 630/2003.
- Amundsen, F. H. & P. Christensen. (1986). *Sammenheng mellom kjørefart og utforming av boligveger*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1973a). *Om vikeplikt og forkjøringsrett del I. Trafikktekniske undersøkelser ved innføring av forkjøringsveger*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1973b). *Om vikeplikt og forkjøringsrett del II. Trafikkulykkesundersøkelser ved innføring av forkjøringsveger*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1979). *Trafikkulykker og avkjørsler. En studie av sammenhenger mellom trafikkulykker og avkjørsler langs en del riksveger*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1980). Sikkerhetsforholdene ved offentlige planoverganger. *Samferdsel*, **8**, 24-25.
- Amundsen, F. H. (1981). *Effektmåling av fartsgrænse. 60 km/t langs E6 i Vestfold. Tredje ettermåling*. TØI-notat 585, revidert utgave 11.11.1981. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Amundsen, F. H. (1984). *Vintervedlikehold av gatetun*. TØI-notat 639. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1986). *Bruk av fartsdempende tiltak på veger med busstrafikk*. TØI-notat 779. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H. (1986). *Handlingsplan mot trafikkulykker*. Veivesen. Oslo, Oslo Veivesen.
- Amundsen, F. H. (1988). *Variable fartsgrenser og kjørefart. Forsøk ved skoler i Akersbus, Østfold og Telemark*. TØI-notat 0871. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H. og P. Christensen. (1986). *Sammenheng mellom kjørefart og utforming av boligveger*. Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H., Daas, H.R.; Hvoslef, H.; Magnussen, P.H. & Sakshaug, K. (1976). *Gangfelt. Utredninger for gangfeltutvalget i 1975*. TØI-rapport. Utgitt i samarbeid med Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk, Norges Tekniske Høgskole. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Amundsen, F. H., P. O. Roald, A. Engebretsen (2004). *Kjørefart og personskadeulykker på motorveger med fartsgrense 100 km/t. En evaluering av forsøk på E6 og E18 i Akersbus, Buskerud og Vestfold*. Rapport fra Veg- og trafikkavdelingen, TS-seksjonen, 7/2004. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Andersson, B. M. & Nilsson, G. (1974). *Hastighetsbegrænsningars effekt på trafikolyckor. Jämförelse mellan hastighetsgränserna 130 och 110 km/h på motorvägar samt hastighetsgränserna 90 och 100 km/h på tvåfältsvägar*. VTI-rapport 59. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Stockholm.
- Andersson, G. (2000). *Sänkta hastighetsgränser vintern 1999-2000*. VTI notat 58-2000. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Andersson, K. (1982). *EMMA-rapport 4. Trafiksikkerhetseffekten av stopplikt*. VTI-rapport 236. Statens väg- og trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Andreassen, D.C. (1970). Another look at traffic signals and accidents. In: *ARRB Proceedings*, Volume 5, Part 3, 304-316, 1970. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria.
- Angenendt, W. (1991). *Sicherheitsverbesserungen in Geschäftsstrassen mit Durchgangsverkehr*. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, 244. Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch-Gladbach.
- Annino, J.M. (1998). *The effects of ITS technology on accident rates*. Toronto, Ontario: Institute of Transportation Engineers, Annual meeting papers.
- Annino, J.M. (2003). *Rumble strips in Connecticut. A before/after analysis of safety benefits*. Connecticut Department of Transportation, report CT-902-F-04-3.
- Antov, D. & T. Roivas (1999). *Speed experiment in Estonia - impacts on road safety and road user behaviour*. Proceedings of the conference Traffic Safety on two Continents, Malmö, Sweden, September 20-22, 1999. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- Appleyard, D. & M. Lintell. (1972). The environmental quality of city streets. The residents viewpoint. *Journal of the American Institute of Planners*, **38**, 84-101.
- Arndt, C. G. (1978). Experience with Australia's First Pelican Crossings. *Proceedings from Joint ARRB/DOT Pedestrian Conference*.
- Askildsen, R. K., Leite, M. E. & Muskaug, R. (1996). *Utvalgsundersøkelser 1995-96. En oppfølging av veileder 8 for NVVP 1998-2007*. Rapport TTS 8/1996. Vegdirektoratet, Transport- og trafiksikkerhetsavdelingen, Transportanalysekontoret, Oslo.
- Assum, T. & Sørensen, M. (2010). *130 dødsulykker med vogntog. Gjennomgang av dødsulykker i 2005 - 2008 gransket av Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper (130 fatal accidents involving heavy goods vehicles. Analysis of fatal accidents in Norway 2005 - 2008 studied in-depth by the Norwegian Public Roads Administration)*. TØI-Rapport 1061/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Austin, R. D., J. L. Carson (2002). An alternative accident prediction model for highway-rail interfaces. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 31-42.
- B+S Ingenieure AG, Ernst Basler + Partner AG & Landert Farago Partner. (2004). *Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation (Forschungsauftrag SVI 2000/386)*. Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassen ASTRA.
- Bach, O. & E. Jørgensen. (1986). *Signaler og ulykker - effekt af ombygninger*. Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger (SSV), Næstved.
- Baco, M. E. (2009). *One-Way to Two-way Street Conversions as a Preservation and Downtown Revitalization Tool: The Case study of Uper King Street*. Charleston, South Carolina, The grauate School of Clemson University.
- Bærum Reguleringsvesen. (1980). *Trafikkсанering. Eiksmarka-Østerås-Voll. Erfaringsrapport*. Bærum kommune, Sandvika.
- Bagley, J. (1985). An Assessment of the Safety Performance of Pelican Crossings in Relation to Criterion Value. *Proceedings of Seminar M held at PTRC Summer Annual Meeting 1985*, 203-216. PTRC Education and Research Services Ltd.
- Baguley, C. (1982). Evaluation of safety of speed control humps. In: *Proceedings (246-250) of Seminar on Short-Term and Area-Wide Evaluation of Safety Measures*, Amsterdam, April 19-21, 1982. Published by SWOV Institute for Road Safety Research on behalf of OECD, Amsterdam.
- Baier, H. & K. Schlabbach. (1981). Linksabbiegeunfälle an Lichtsignalanlagen in Darmstadt. Vorher-/Nachher-Untersuchung. *Strassenverkehrstechnik*, **3**, 71-78.
- Baier, R. (1992). Flankierende Massnahmen zur Einrichtung von Tempo 30-Zonen. *Strassenverkehrstechnik*, **1**, 31-36.

- Baier, R., Kiepe, F., Krause, J. et al. (1992). *Forschungsvorhaben Flächenhafte Verkehrsberuhigung, Folgerungen für die Praxis*. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bundesministerium für Verkehr, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesministerium für Landeskunde und Raumordnung, Bundesanstalt für Strassenwesen, Umweltbundesamt, Bonn.
- Bakken, K. (2008). *Sykling mot envegskjøring – norske og utenlandske erfaringer, sykkelkonferansen 2008*, Kongsberg.
- Bali, S. Potts, R., Fee, J.A. et al. (1978). *Cost-Effectiveness and Safety of Alternative Roadway Delineation Treatments for Rural Two-Lane Highways*. Report FHWA-RD-78-54. US Department of Transportation, Washington DC.
- Barbaresso, J. C. (1987). Relative Accident Impacts of Traffic Control Strategies During Low-Volume Nighttime Periods. *ITE-Journal*, **August**, 41-46.
- Barnard, J. & Cutler, S. (2005). Under Watchful Eyes: Lights, Camera, Catch Them. *Traffic Technology International*, **Aug/Sep**, 48-49.
- Basile, A. J. (1962). Effect of Pavement Edge Markings on Traffic Accidents in Kansas. *Highway Research Board Bulletin*, **308**, 80-86.
- Bastable, A. J. (1980). The economic and social impact of dynamic signal coordination in Sydney. *ARRB Proceedings*, **Volume 10**, Part 4, 245-251, 1980. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria.
- Bauer, K. M., Harwood, D. W., Richard, K. R. & Hughes, W. E. (2004). Safety Effects of Using Narrow Lanes and Shoulder-Use Lanes to Increase the Capacity of Urban Freeways. *Transportation Research Record*, **1897**, 71-80.
- Behrendt, J., Ernst, R., Hartkopf, G. et al. (1989). *Erfahrungsbericht über Zonen-Geschwindigkeitsbeschränkungen*. Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, Heft 73. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Bellemans, T., De Schutterb, B. & De Moora, B. (2006) Model predictive control for ramp metering of motorway traffic: A case study. *Control Engineering Practice*, **14**, 757–767.
- Bellis, W. R. (1969). Development of an effective rumble strip pattern. *Traffic Engineering*, **April**, 22-25.
- Berg, W. D. & J. C. Oppenlander. (1969). Accident analysis at railroad-highway grade crossings in urban areas. *Accident Analysis and Prevention*, **1**, 129-141.
- Bertini, R.,L., Boice, S. & Bogenberger, K. (2006). Dynamics of Variable Speed Limit System Surrounding Bottleneck on German Autobahn. *Transportation Research Record*, **1978**, 149-159.
- Bhesania, R. P. (1991). Impact of Mast-Mounted Signal Heads on Accident Reduction. *ITE-Journal*, **October**, 25-29.
- Bjørnskau, T. (1994). *Spillteori, trafikk og ulykker. En teori om interaksjon i trafikken*. TØI-rapport 287. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (2008). *Risiko i trafikken 2005-2007*. Report 986/2008. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Bjørnskau, T., Fyhri, A. og Sørensen, M. (2011). *Publikumsundersøkelse av sykling mot enveiskjøring i Oslo kommune – resultater av førundersøkelse.*. TØI-arbeidsdokument unner utarbeidelse, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Blakstad, F. & T. Giæver. (1989). *Ulykkesfrekvenser på vegstrekninger i tett og middels tett bebyggelse*. Rapport STF63 A89005. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Blakstad, F. (1988). *Trafikkteknikk*. Tredje utgave. Tapir forlag, Trondheim.
- Blakstad, F. (1990A). *Ulykkesfrekvenser på hovedveger i byområder*. Rapport STF63 A90005. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Blakstad, F. (1990B). Trefeltsveger med reversible felt: Bedre enn sitt rykte. *Våre Veger*, **17**, 3, 24-27.
- Blakstad, F. (1993). *Alternativer til signalregulerte gangfelt*. Rapport STF63 A93002. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Blakstad, F. and T. Giæver. (1989). *Ulykkesfrekvenser på vegstrekninger i tett og middels tett bebyggelse*. Rapport STF63 A89005. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Blanke, H. (1993). *Geschwindigkeitsverhalten und Verkehrssicherheit bei flachenhafter Verkehrsberuhigung*. Ruhr-Universität Bochum. 1993:335.
- BMW (2007). *Advance warning of drivers heading in the wrong direction - the "wrong-way driver" information*. BMW Press release.
- Boëthius, P., Ekelöf, L.J.; Grunewald, R. et al. (1971). *Trafiksanering - försöksverksamhet. Västerås - Gideonsberg*. Meddelande 34. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för stadsbyggnad, Göteborg.
- Bonneson, J. A. & P. T. McCoy. (1997). *Effect of Median Treatment on Urban Arterial Safety: An Accident Prediction Model*. Paper 970101. 76th Annual Meeting, Transportation Research Board, January 12-16, Washington DC.
- Borger, A. & Frøysadal, E. (1993). *Sykelundersøkelsen 1992*. TØI-rapport 217. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A. & Frøysadal, E. (1994). *Sykelbyprosjektet. Intervjuundersøkelser i sykelbyene Sandnes og Tønsberg/Nøtterøy i 1992*. TØI-rapport 234. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borges, P., S. Hansen & K. Meulengracht-Madsen. (1985). *Trafiksanering af STORE bygader - nogle eksempler*. Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger (SSV), Næstved.
- Boriboonsomsin, K. & Barth, M. (2008). Impacts of freeway high-occupancy vehicle lane configuration on vehicle emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **13(2)**, 112-125.
- Børnes, V., Sakshaug, K. & Aakre, A. (2004). *Forbikjøring - Grunnlag for revisjon av Håndbok 017 Veg- og gateutforming*. SINTEF Report STF22 A04318.
- Bowman, B. L. & R. L. Vecellio. (1994). Effect of Urban and Suburban Median Types on Both Vehicular and Pedestrian Safety. *Transportation Research Record*, **1445**, 169-179.

- Bowman, B. L. (1987). The Effectiveness of Railroad Constant Warning Time Systems. *Transportation Research Record*, **1114**, 111-122.
- Boxall, J. A. (1988). School crossing patrols: how effective are they? *Traffic Engineering and Control*, **29**, 586.
- Boyle, L.N. and Mannering, F. (2004). Impact of traveler advisory systems on driving speed: some new evidence. *Transportation Research Part C*, **12**, 57-72.
- Boyle, L.T.N. (1998). *Statistical analyses of traffic advisory systems on driving behaviour*. PhD Thesis, University of Washington, USA.
- Brenner, André (2006). *Shared Space som koncept för planering av det offentliga rummet i Sverige*, Thesis 149, Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och samhälle, trafik och väg, Lund.
- Bretherton J.R., W. M. & Elhaj, M. (1996). Is a Reversible Lane System Safe? *Compendium of Technical Papers for the 66th ITE Annual Meeting*, pp. 277-281, Minneapolis.
- Briese, M. (2008). *Safety effects of centerline rumble strips in Minnesota*. Report MN/RC 208-44. St Paul Minnesota, Minnesota Department of Transport.
- Brilon, W. & Blanke, H. (1990b). *Traffic safety effects from traffic calming*. VTI Rapport. Vol. 363A, 1990:133-48.
- Brilon, W. & Blanke, H. (1993). *Extensive traffic calming: results of the accident analyses in 6 model towns*. ITE Compendium of technical papers. Washington DC, 119-23.
- Brilon, W. & H. Blanke, H. (1992). Flächenhafte Verkehrsberuhigung: Ergebnisse der Unfallanalysen in 6 Modellstädten. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, **38**, 102-110.
- Brilon, W. & H. Blanke. (1990). Area-Wide Traffic Calming Measures and Their Effects on Traffic Safety in Residential Areas. *Paper presented at the conference Road safety and Traffic Environment in Europe*, September 26-28, Gothenburg, Sweden.
- Brilon, W., Kahrmann, B., Senk, W., Thiel, R. & Werner, H. (1985). *Flächenhafte Verkehrsberuhigung. Unfallanalyse Berlin-Charlottenburg*. Bericht zum Forschungsprojekt 8019/9 der Bundesanstalt für Strassenwesen. Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch-Gladbach.
- Brodersen, F., N. O. Jørgensen & H. V. Lund. (1975). *Erfaringer med hastighedsbegrænsninger 1974/75*. RfT-notat 118. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Brodin, A. & L. Ringhagen. (1975). *Effekt på olyckor och hastigheter av hastighetsgränsen 30 km/h i bostadsområden*. (Rapport Nr 78). Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Brown, D. B., S. Maghsoodloo & M. E. McArdle, M. E. (1990). The Safety Impact of the 65 mph Speed Limit: A Case Study Using Alabama Accident Records. *Journal of Safety Research*, **21**, 125-139.
- Brown, H. & Tarko, A. (1999). Effects of access control on safety of urban arterial streets. *Transportation Research Record* 1665, 68-74.
- Brownfield, D. J. (1980). Environmental areas - Interim report on a before-and-after accident study. *Traffic Engineering and Control*, **21**, 278-282.
- Bruce, J. A. (1967). One-Way Major Arterial Streets. In: *Highway Research Board, Special Report 93*, Improved Street Utilization through Traffic Engineering, 24-35. Highway Research Board, Washington DC.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1985). *Korsningsåtgärder vidtagna inom vägförvaltningarnas trafiksäkerhetsarbete. Regressions- och åtgärdseffekter*. VTI-rapport 292. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1988). *Trafiksäkerhetseffekt av LHOVRA-signaler. Analysmetoder och resultat*. VTI-meddelande 575. Väg- och TrafikInstitutet, Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1990). *Ändring från stoppliket till väjningspliket i korsningar på statliga huvudvägnätet. Uppföljning av trafiksäkerhetseffekten*. VTI-meddelande 640. Väg- och TrafikInstitutet, Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1992A). *Ändring från stopp- till väjningspliket. Effekt på antal personskadeolyckor*. VTI-meddelande 695. Väg- och TrafikInstitutet, Linköping.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1992B). *Trafiksäkerhet i tätortskorsningar*. VTI-meddelande 685. Väg- och TrafikInstitutet, Linköping.
- Bunn, F., Collier, T., Frost, C., Ker, K., Steinbach, R. Roberts, I. & Wentz, R. (2009). *Area-wide traffic calming for preventing traffic related injuries (review)*, The Cocharane Collaboration, The Cochrane Library, issue 4, Cochrane Database of systematic Reviews.
- Buran, M., T. Heieraas & S. Hovin. (1995). *Forkejsregulering av Singsakeringen i Trondheim*. Prosjektoppgave ved Institutt for samferdselsteknikk NTH, Trondheim.
- Burke, N. (2005). *Dedicated truck lanes as a solution to capacity and safety issues on interstate highway corridors*. <http://www.ctre.iastate.edu/mtc/papers/2005/burke.pdf>.
- Burman, L. & Johansson, C. (2001). *Stockholms miljözon*. Effekter på luftkvaliteten 2000. Stockholm, Miljöförvaltningen, Stockholms Luft- och Bulleranalys. Rapport nummer 4:01
- Burns, A., N. Johnstone & N. Macdonald (2001). *20mph speed reduction initiative*. Development department research programme findings no 104. Scottish Executive, Edinburgh.
- Burritt, B.E., Moghrabi, A. & Matthias, J.S. (1976). Analysis of the Relation of Accidents and the 88-km/h (55-mph) Speed Limit on Arizona Highways. *Transportation Research Record*, **609**, 34-35.
- Button, K. J., Hensher, D. A., Pitfield, D. & Watson, R. (2001). *Handbook of transport systems and traffic control. Chapter 27. High-occupancy routes and truck lanes*. Loughborough Univ, UK: Elsevier.
- Cafiso, S., Di Graziano, A., Di Silvestro, G., La Cava, G., & Persaud, B. (2010). Development of comprehensive accident models for two-lane rural highways using exposure, geometry, consistency and context variables. *Accident Analysis & Prevention*, **42(4)**, 1072-1079.

- California Public Utilities Commission. (1965). *Accident Reduction at Crossings Protected Under Crossing Protection Fund*. California Public Utilities Commission, San Francisco, 1965.
- Cambridge Systematics, (2001). *Twin cities ramp meter evaluation—final report*. Prepared for the Minnesota Department of Transportation.
- Cameron, M. H & P. W. Milne. (1978). Pedestrian Exposure and Risk in New South Wales. *Proceedings of Joint ARRB/DoT Pedestrian Conference*, 1978. Department of Transport, Sydney, Australia.
- Carlsen, L. (2011). *Cykling mod ensretningen*, Vejforum, Nyborg, dezembro.
- Carlson, R. C., Papamichail, I., Papageorgiou, M., & Messmer, A. Optimal mainstream traffic flow control of large-scale motorway networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, **18(2)**, 193-212.
- Cassidy, M. J., Jang, K. & Daganzo, C. F. (2010). The smoothing effect of carpool lanes on freeway bottlenecks. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **44(2)**, 65-75.
- Cather, R.T. & Salazar, R. (1996). *Compendium of Technical Papers for the 66TH ITE Annual Meeting*, pp. 282-288, Minneapolis.
- Cedersund, H.Å. (1983). *Olyckor i tätortskorsningar*. VTI-meddelande 362. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Charnock, D. B. & B. A. C. Chessell. (1978). Carrigeway edgeling and the effects on road safety. *Traffic Engineering and Control*, **19**, 4-7, 13.
- Chatterjee, K. & M. McDonald (1999). The network safety effects of dynamic route guidance, *Journal of Intelligent Transport Systems: Technology, Planning and Operations*, **4(3-4)**, 161-185.
- Chatterjee, K. & M. McDonald (2004). Effectiveness of using variable message signs to disseminate dynamic traffic information: Evidence from field trails in European cities, *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 5, 559–585.
- Chatterjee, K., Hounsell, N.B., Firmin, N.B. & Bonsall, P.W. (2002). Driver response to variable message sign information in London. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, **10(2)**, 149-169.
- Chen, C. S. (1994). *A study of effectiveness of various shoulder rumble strips on highway safety*. Traffic Engineering Division, Virginia Department of Transportation.
- Cheng, E. Y.-C., Gonzalez, E. & Christensen, M.O. (2000). *Application and evaluation of rumble strips on highways*. FHWA Safety Documents.
- Chick, C. (1994). An integrated approach to traffic calming, road safety and environmental improvements in the London borough of Hounslow. *Proceedings of Seminar J*. Paper presented at PTRC Summer Annual Meeting September 12-16, 1994, Warwick.
- Chin, H. C. & Quddus, M. A. (2003). Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, **35**, 253-259.
- Chin, H. C. (1989). Effect of automatic red-light cameras on red-running. *Traffic Engineering and Control*, **30**, 175-179.
- Choocharukul, K., Sinha, K. C. & Nagle, J. L. (2002). Development of a congestion management system methodology for Indian state highway network. *Transportation Research Record*, **1781**, 40-48.
- Christensen, J. (1981). *The effects of general speed limits on driving speeds and accidents in Denmark*. Lyngby, Danish Council of Road Safety Research, 1981 (paper presented at the International Symposium on «Traffic Effects of Speed Limits on Traffic Accidents and Transportation Energy Use», Oct. 6-8, Dublin, Ireland.
- Christensen, P. (1988). *Utbedringer av ulykkespunkter på riksveger og kommunale veger i perioden 1976-1983. Erfaringsrapport*. TØI-rapport 0009. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Christiansen, D. L. et al. (1982). *Priority for high-occupancy vehicles (HOV)*. Chapter 8 of *Synthesis of safety research related to traffic control and roadway elements*. Volume 1. Report FHWA-TS-82-232. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Christiansen, L. M. og Rasmussen, S. (1993). *Cykelruter og bymiljø i Nakskov*, Vejdirektoratet, København.
- Chua C. S. & A. J. Fisher. (1991). Performance Measurements of Local Area Traffic Management: A Case Study. *Australian Road Research*, **21**, 2, 16-34.
- Chung, K., Chan, C.-Y., Jang, K., Ragland, D. R. & Kim, Y.-H. (2007). *HOV Lane Configurations and Collision Distribution on Freeway Lanes – An Investigation of Historical Collision Data in California*. <http://escholarship.org/uc/item/0pm0007b>.
- Cleavenger, D.K., Upchurch, J. (1999). *Effect of freeway ramp metering on accidents: the Arizona experience*. ITE J. 69 (8), 12.
- Cleaver, S., Jurisich, I. & Dunn, R. (2007). *Safety implications of flush medians in Auckland City: Further analyses*. Wellington, New Zealand: Land Transport New Zealand Research Report 312.
- Cleveland, D. E., M. J. Huber & M. J. Rosenbaum. (1982). *On Street Parking*. Chapter 9 of *Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements*. Volume 1. Report FHWA-TS-82-232. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Coleman, J. & G. R. Stewart. (1976). Investigation of Accident Data for Railroad-Highway Grade Crossings. *Transportation Research Record*, **611**, 60-67.
- Collins, R. O. (1965). *Effectiveness of Automatic Crossing Gates in Northern California, 1954 through 1964*. California Public Utilities Commission, 1965 San Francisco. (sitert etter Brodin og Pettersson 1978).
- Cooner, S. A. & Ranft, S. E. (2006). Safety evaluation of buffer-separated high-occupancy vehicle lanes in Texas. *Transportation Research Record*, **1959**, 168-177.
- Cooper, B. R., H. E. Sawyer & K. S. Rutley. (1992). *Analysis of accidents before and after implementation of improved motorway signalling*. Research Report 342. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

- Cooper, B.R. & Sawyer, H. E. (2005). *Assessment of M25 Automatic Fog-Warning System - Final Report*. Washington D.C., USA: Federal Highway Administration.
- Copelan, J.E. (1989). *Prevention of wrong-way accidents on freeways*. Report FHWA/CA-TE-89-2. Division of Traffic Operations, California State Department of Transportation, Sacramento, California.
- Corben, B. F. Deery, H.A., Newstead, S.V. et al. (1997). Evaluation of the general effectiveness of countermeasures designed for crashes into fixed roadside objects. Paper submitted to *Accident Analysis and Prevention*.
- Cothron, A. S., Ranft, S. E., Walters, C. H., Fenno, D. W. & Lord, D. (2004). *Crash analysis of selected high-occupancy vehicle facilities in Texas: methodology, findings, and recommendations*. Final report to Texas Department of Transportation, Report 0-4434-1, Austin, Texas.
- Cottrell, B. H. (1988). Evaluation of Wide Edgelines on Two-Lane Rural Roads. *Transportation Research Record*, **1160**, 35-44.
- Cottrell, B.H. & Hanson, R.A. (2001). *Determining the effectiveness of pavement marking materials*. Virginia Transport Research Council: Report VTCR 01-R9.
- Craven, R. E. (1986). An analysis of traffic signal safety improvements. In: Effectiveness of highway safety improvements, 73-79. (Carney, J. F. III ed.) American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- Creaser, J.I., Rakauskas, M.E., Ward, N.J., Laberge, J.C. & Donath, M. (2007). Concept evaluation of intersection decision support (IDS) system interfaces to support drivers' gap acceptance decisions at rural stop-controlled intersections. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **10(3)**, 208-228.
- Creasey, F. T., G. L. Ullman & C. L. Dudek. (1989). Delineation of Urban Freeway Gore Area Crash Cushions in Texas. *Transportation Research Record*, 1233, 28-33.
- Cribbins, P. D. & C. M. Walton. (1970). Traffic Signals and Overhead Flashers at Rural Intersections: Their Effectiveness in Reducing Accidents. *Highway Research Record* **325**, 1-14.
- Crook, A. D. J. (1970). Effect on accidents of area wide traffic control in West London. *Traffic Engineering and Control*, 11, 30-31.
- Crossette, J. G. & G. L. Allen. (1969). Traffic Control Measures Improve Safety. *Traffic Engineering*, **39**, 18-21.
- CTC (2011). *Contra-flow Cycling - A briefing from the National Cyclists' Organisation*, The UK's National Cyclists' Organisation – CTC (sett juli 2011).
- Cummings, M. (1994). *Electronic signs strategies and their benefits*. Proceedings of the Seventh International Conference on Road Traffic Monitoring and Control, 141-144. London, UK, 26-28 April 1994.
- Cunneen, M. og O'Toole, R. (2005). *No Two Way about it: One-Way Streets are Better than Two-Way*, Center for the American Dream of mobility and home ownership, Issue Paper 2-2005, februar, Colorado.
- Daas, H. R. (1978). *Kantstolper. Effektundersøkelse av kantstolper på veger av høy standard og mye trafikk*. TØI-notat 408. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Daas, H. R. (1980). Skilter som virkemiddel i trafikksikkerhetsarbeidet. I *Trafikksanering - aktuelle tiltak*, 3-18. (Muskaug, R. ed) NVF-rapport 1980:11. Nordisk vegteknisk forbund, Oslo.
- Dagestad, K. (1989). *Erfaringer med signalregulerte kryss. Ulykkesituasjon i Akerhus*. Statens vegvesen Akershus, Trafikkseksjonen, Oslo.
- Dahlen og Toftenes (rådg ingeniører). (1979). *Lyssignalanlegg i Bærum. Trafikksikkerhet*. Utarbeidet for Vegkontoret i Akershus. Haslum.
- Dahlen og Toftenes (rådg ingeniører). (1984). *Trafikksikkerhet i signalregulerte kryss*. Utarbeidet for Vegdirektoratet. Haslum.
- Dahlgren, J. (1998). High occupancy vehicle lanes: Not always more effective than general purpose lanes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **32(2)**, 99-114.
- Dahlgren, J. (2002). High-occupancy/toll lanes: where should they be implemented? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **36(3)**, 239-255.
- Dalby, E. & H. Ward. (1981). Application of low-cost road accident countermeasures according to an area-wide strategy. *Traffic Engineering and Control*, **22**, 567-574.
- Dalby, E. (1979). *Area-wide measures in urban road safety. A background to current research*. TRRL Supplementary Report 517. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Daltrey, R. A. & D. Healy. (1980). Change in Victorian accident frequency with the introduction of the 100 km/h absolute speed limit in 1974. *ARRB Proceedings Volume 10, Part 4*, 158-170.
- Daltrey, R. A., D. J. Howie & J. Randall. (1978). Effect of metcon (metropolitan traffic control) on intersection accidents. *ARRB Proceedings, Volume 9, Part 5*, 169-173, 1978. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria.
- Daly, P. N., F. McGrath & A. B. VanEmst. (1991). *Accidents at pedestrian crossing facilities*. Contractor Report 254. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Daniels, G. & Stockton, W. R. (2000). Cost-effectiveness of high-occupancy vehicle lanes in Texas. *Transportation Research Record*, **1711**, 1-5.
- Datta, T. K. & U. Dutta. (1990). Traffic Signal Installation and Accident Experience. *ITE-Journal*, **September**, 39-42.
- Davide, R., van Driel, C. & Goldenbeld, C. (2004). *The effect of altered road markings on speed and lateral position*. Leidschendam: SWOV-report R-2003-31.
- Davidsson, F. & Taylor, N. (2003). ITS modelling in Sweden using CONTRAM. *TRL report 2003/04*.
- Davis, G.A. (2002). Is the claim that 'Variance Kills' an ecological fallacy? *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 343-346.

- De Craen, S. & de Niet, M. (2002). *Extra information on Dynamic Message Signs: possibilities and effects. (Extra informatie op matrixborden: mogelijkheden en effecten.)* Stichting wetenschappelijk onderzoek verkeersveiligheid SWOV, R-2002-13, p. 37. Netherlands.
- De Palma, A., Kilani, M. & Lindsey, R. (2008). The merits of separating cars and trucks. *Journal of Urban Economics*, **64**(2), 340-361.
- DeRose, F. (1966). Reversible Center-Lane Traffic System - Directional and Left-Turn Usage. *Highway Research Record*, **151**, 1-17.
- Devenport, J. (1987). *An evaluation of bus lane safety*. Report ATWP 80. London Accident Analysis Unit, London Research Centre, County Hall. London.
- DeWerd, P. A. M. (1982). Study on the effect of eliminating intermittent signal from traffic light programmes in Eindhoven. In: *Proceedings (148-151) of Seminar on Short-term and Area-wide Evaluation of Safety Measures*, Amsterdam, The Netherlands, April 19-21, 1982. Institute for Road Safety Research SWOV, Leidschendam.
- DfT (1998). *Contraflow cycling*, Traffic advisory Leaflet 6/98, september, Department for Transport.
- Dietrich, K., Lindenmann, H.P., Hehlen, P. & Thoma, J. (1988). *Auswirkungen von Tempo 80/120 auf die Verkehrssicherheit*. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu/Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, 1988 (Schlussbericht, April 1988), Zürich.
- Dijkstra, A. (1990). *Problemsituaties op verkeersaders in de bebouwde kom: Tweede fase: Selectie van problemsituaties*. SWOV Rapport R-90-13. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Dimmen, H. P. & T. Giæver. (1990). *Forkjørsregulering Singakerringen*. Notat 683/90. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Dorroh, R. F. og Kochervar, R. A (1996). One-Way Conversions for Calming Denver's Streets, *ITE International Conference*, 109-114.
- Downing A., I. Sayer, I. & M. Zaheer-Ul-Islam. (1993). Pedestrian Safety in The Developing World. *Proceedings of Conference on Asian Road Safety 1993 (CARS '93)* Chapter 7, 10-25. Published by OECD and others, Kuala Lumpur.
- Drakopoulos, A. & Vergou, G. (2003). *Evaluation of the converging chevron marking pattern at one location in Wisconsin*. Washington: AAA Foundation for Traffic Safety.
- Drammen Byplankontor. (1980). *Gatebruksplan Åssiden. Etterprøving av gjennomkjøringsforbudet i Betzy Kjelsbergs vei*. Drammen kommune, Drammen.
- Duff, J. T. (1971). Accomplishments in freeway operations outside the United States. *Highway Research Record*, **368**, 9-25.
- Dupriez, B. (2009). *Contraflow cycling in Belgium and the Brussels Region*, Velo-City, mai 2009, Brussels.
- Dyring, T.; Bettum, O. Gatetun. (1982). *Håndbok i trafikksanering*. Bymiljøkampanjen 80/81. Norsk institutt for by- og regionforskning, Oslo.
- Eck, R. W. & J. A. Halkias. (1985). Further Investigation of the Effectiveness of Warning Devices at Rail-Highway Grade Crossings. *Transportation Research Record*, **1010**, 94-101.
- Eck, R.W., Shanmugam, R. (1987). Physical and operational characteristics of rail-highway grade crossings on low-volume roads. *Transportation Research Record*, **1106**, 246-255.
- Edminster, R. & Koffman, D. (1979). *Streets for pedestrians and transit: an evaluation of three transit malls in the United States*. Report UMTA-MA-06-0049-79-1. US Department of Transportation, Urban Mass Transportation Administration, Washington DC.
- Eklblom, S., T. Kolsrud & C. Möller. (1981). *Olyckor i plankorsningar mellan väg och järnväg*. TFB S 1981:4. Transportforskningsberedningen, Stockholm.
- Ekman, L. (1988). *Fotgängeres risker på markerat övergångsställe jämfört med andre korsningspunkter*. Bulletin 76. Tekniska Högskolan i Lund, Institutionen för trafikteknik, Lund.
- Elvestad, B., Freiesleben, O., Poutanen, O-P., Thormar, G. & Helmers, G. (1991). *Forkjørsregulering i bytrafikk*. Rapport STF63 A91007. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Elvik, R. & Muskaug, R. (1994). *Konsekvensanalyser og trafikksikkerhet. Metode for beregning av konsekvenser for trafikksikkerheten av tiltak på vegnettet*. Rapport 281. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1987). *Trafikksikkerhetstiltak gjennomført på riksveger i 1986. Beskrivelse av omfang, nytte og kostnader*. TØI-notat 844. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1993). *Hva koster ulykkesforebygging? Oversikt over hva samfunnet betaler for dagens sikkerhetsnivå*. Rapport 0197. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (1993). *Hvor rasjonell er trafikksikkerhetspolitikken? En analyse av investeringsprogrammet på Norsk veg- og vegtrafikkplan*. TØI-rapport 0175. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1994). The external costs of traffic injury: definition, estimation and possibilities for internalization. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 719-732.
- Elvik, R. (1996). *Enhetskostnader for veg- og trafikktekniske tiltak*. Arbeidsdokument TST/0722/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1999). *Cost-benefit analysis of safety measures for vulnerable and inexperienced road users*, TØI-rapport 435, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (2001). Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects, *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 327-336.

- Elvik, R. (2002). Optimal speed limits: the limits of optimality models. *Transportation Research Record*, **1818**, 32-38.
- Elvik, R. (2009). *The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new estimates*. Report 1034. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (2009). *The power model of the relationship between speed and road safety*. TØI-report 1034. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (2010). A restatement of the case for speed limits. *Transport Policy*, **17**, 196-204.
- Elvik, R. (2011). *A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and road safety*. Manuscript AAP-D-11-00795 submitted to Accident Analysis and Prevention.
- Elvik, R. (2012). Analytic choices in road safety evaluation: Exploring second-best approaches. *Accident Analysis & Prevention*, **45**, 173-179.
- Elvik, R., Christensen, P & Amundsen, A.H. (2004). *Speed and road accidents – An evaluation of the power model*. TØI Report 740/2004. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R., Mysen, A. B. & Vaa, T. (1997). *Trafikksikkerhetsbåndboken*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., P. Christensen, A. H. Amundsen (2004). *Speed and road accidents. An evaluation of the Power Model*. Report 740/2004. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R., T. Vaa & E. Østvik. (1989). *Trafikksikkerhetsbåndbok*. Revidert utgave. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R.; Muskaug, R. (1994). *Konsekvensanalyser og trafikksikkerhet. Metode for beregning av konsekvenser for trafikksikkerheten av tiltak på vegnettet*. Rapport 281. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Emerson, J. W. & L. B. West. (1986). *Shoulder rumble strips at narrow bridges*. In: Effectiveness of Highway Safety Improvements, 207-217. (Carney, J. F. III ed). American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- Engel, U. & Krogsgård Thomsen, L. (1983). *Trafiksanering på Østerbro. Del 1 - Ulykkesanalyse*. RFT-notat 1/1983. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Engel, U. & Krogsgård Thomsen, L. (1987) Ny hastighetsgrænse sparer liv. *Dansk Vejtidskrift*, **6**, 142-145.
- Engel, U. & Krogsgård Thomsen, L. (1988). *Hastigheder, hastighedsgrænser og ulykker. Sammenfatning*. RFT-rapport 27. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Engel, U. & Krogsgård Thomsen, L. (1989). § 40 gaders sikkerhed. *Dansk Vejtidskrift*, **8**, 188-190.
- Engel, U. & Krogsgård Thomsen, L. (1990). *Effekter af Færdselslovens § 40*. RFT-rapport 29. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Engel, U. & T. Andersen. (1994). Sikring af børns skoleveje i Odense kommune. *Dansk Vejtidskrift*, **4**, 11-13.
- Engel, U. & Thomsen, L. K. (1992). Safety effects of speed reducing measures in Danish residential areas. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 17-28.
- Englund, A. (1978). *TRKs haverikommision. Redogörelse för en försöksverksamhet*. Rapport 1. Försäkringsbranchens Trafiksäkerhetskommitté, Stockholm.
- Eriksen, T. (1996). *Framkommelighet - kollektivtrafikk*. I: miljøhåndboken, Del I, 155-163. (Kolbenstvedt, M., H. Silborn and T. Solheim ed). Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Eriksson, A. & L. Agustsson (1999). *Hastighedsplanlægning i Mørkbojkevareret*. Rapport 182. Vejdirektoratet, København.
- Erke, A. & Elvik, R. (2006). Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak (Road safety measures: A catalogue of estimated effects). TØI-Report 851/2006. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Erke, A. & Elvik, R. (2007). *Nyttekostnadsanalyse av skadeforebyggende tiltak*, Transportøkonomisk institutt. TØI-rapport 933/2007, www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%D8I%20rapporter/2007/933-2007/933-2007-nett.pdf.
- Erke, A., Hagman, R., & Sagberg, F. (2005). *Trafikkinformasjon og bilførerens oppmerksomhet. En undersøkelse av hvordan tavler med variabel tekst påvirker kjøreatferd*. Report No. 799/2005. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Erke, A., Sagberg, F. & Hagman, R. (2007). Effects of route guidance variable message signs (VMS) on driver behaviour. *Transportation Research Part F*, **10**, 447-457.
- Erke, H. & Gottlieb, W. (1980). *Psychologische Untersuchung der Wirksamkeit von Wechselverkehrszeichenanlagen. Verfahren für die zentrale Dokumentation der wegweisenden Beschilderung an Autobahnen*. Heft 289. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. Bundesminister für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn-Bad Godesberg.
- European Transport Safety Council. (1996). *Low-cost road and traffic engineering measures for casualty reduction*. Report. European Transport Safety Council, Brussels.
- Ewing, R. (1999). *Traffic calming. State of the practice*. Report FHWA-RD-99-135. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Fahlman, T., H. Norberg & P. Bylund. (1980). *Olycksförändring vid trafiksanering*. Examensarbete 1980:1. Tekniska Högskolan i Stockholm, Institutionen för trafikplanering, Stockholm.
- Fairlie, R. B. & Taylor, M. A. P. (1990). Evaluating the safety benefits of local area traffic management. *Proceedings 15th ARRB Conference*, Part 7, 141-166. Australian Road Research Board, Vermont South, Australia.
- Farmer, C. M., R. A. Retting & A. K. Lund (1999). Changes in motor vehicle occupant fatalities after repeal of the national maximum speed limit. *Accident Analysis and Prevention*, **31**, 537-543.
- Farstad, L. O. (2011). *Toveis sykling i enveisregulerte gater i Oslo sentrum*, Seminar om revisjon av sykkelhåndboka, Statens vegvesen, april, Oslo.
- Faure, A. & A. de Neuville, A. (1992). Safety in urban areas: the French program «Safer city, accident-free districts». *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 39-44.

- Firth, Keith (2009). *The effect of removing traffic control regulations at road junctions in the UK*, Colin Buchanan, London.
- Fisher, A. J., D. F. Van den Dool, & L. K. Ho. (1989). LATM Operational Successful and Financially Affordable: But are the Users Satisfied? *Proceedings of 1989 National Transport Conference* (62-70), Melbourne, 23-25 May 1989, Preprint of Papers. The Institution of Engineers, Melbourne, Australia.
- Fitzpatrick, K. & Balke, K. (1995). An evaluation of flush medians and two-way, left-turn lanes on four-lane rural Highways. Paper 950447, *The 74th Annual Meeting of The Transportation Research Board*, January 22-28, Washington DC.
- Forckenbrock, D. J. & Hanley, P. F. (2003). Fatal crash involvement by multiple-trailer trucks. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **37**(5), 419-433.
- Ford, S.H. & Calvert, E.C. (2003). Evaluation of a low-cost program of road system traffic safety reviews for county highways. *Transportation Research Record*, **1819**, 231-236.
- Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen. (1989). *Wirkung von Tempo 30-Zonen*. FGSV-Arbeitspapier Nr 22. Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Köln.
- Forskargruppen Scaft. (1972). *Principer för trafiksanering med hensyn till trafiksäkerhet*. Meddelande 55. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för stadsbyggnad, Göteborg.
- Fosting, V. & Pape M. (1999). *Metoder til at forbedre trafiksikkerhed og miljø lokalt – erfaringer fra en række Trafikpuljeprojekter*. Trafikdage, Aalborg Universitet.
- Fredriksson, M. (2005). *Parkeringsledningssystemet i Helsingborg - Utvärdering och förbättringsåtgärder*. Thesis 133. Institutionen för Teknik och samhälle. Lunds Tekniska Högskola, Lund, Sverige.
- Freiholtz, B. (1991). *Sveriges första miljöprioriterade genomfart. Åstorp*. Publikation 1991:28. Vägverket, Borlänge.
- Frith, W. J. & D. S. Harte. (1986). The safety implications of some control changes at urban intersections. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 183-192.
- Frith, W. J. & J. B. Toomath. (1982). The New Zealand open road speed limit. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 209-218.
- Frith, W. J. & N. M. Derby. (1987). Intersection control by stop and give way signs - the conclusions of Polus. *Accident Analysis and Prevention*, **19**, 237-241.
- Frøysadal, E. (1988). *Syklistenes transportarbeid og risiko*. TØI-notat 883. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Frøysadal, E., Granquist, T.E., Helle, K.M. et al. (1979). *Virkinger av trafikkløsninger. Korttidsvirkninger av gågateregulering i Odda sentrum*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fuglum, K. & Granquist, T. E. (1980). *Parkering i tettsteder - planlegging og finansiering*. Temahefte nr 14 i Temaserien - Trafikk. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Gallaher, M. M., M. Sewell, S. Flint, J. L. Herndon, H. Graff, J. Fenner & H. F. Hull (1989). Effects of the 65-mph speed limit on rural interstate fatalities in New Mexico. *Journal of the American Medical Association*, **262**, 2243-2245
- Garber, N.J., Subramanyan, S. (2001). Incorporating crash risk in selecting congestion-mitigation strategies. *Transportation Research Record*, **1746**, 1-5.
- Gårder, P. (2004). The impact of speed and other variables on pedestrian safety in Maine. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 533-542.
- Gårder, P., & Davies, M. (2006). Safety effect of continuous shoulder rumble strips on rural interstates in Maine. *Transportation Research Record*, **1953**, 156-162.
- Gerlach, Jürgen, Ortlepp, Jörg og Voss, Heiko (2009). *Shared Space – Eine neue Gestaltungsphilosophie für innenstädte? – Beispiele und Empfehlungen für die praxis*, Die Unfallforschung der Versicherer (UDV), Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV), Berlin.
- Gerlach, Jürgen, Methorst, Rob, Boenke, Dirk og Leven, Jens (2008). Sinn und Unsinn von Shared Space – Zur Versachlichung einer populären Gestaltungsphilosophie, *Strassenraumgestaltung*, **3**, 140-149.
- Gerlach, Jürgen, Methorst, Rob, Boenke, Dirk og Leven, Jens (2008a). *Sense and Nonsense about Shared Space – For an objective view of a popular planning concept*.
- Giæver, T. & S. Meland. (1990). *Før-/etterundersøkelse av fysiske fartsdempende tiltak*. Rapport STF63 A90004. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Giæver, T. (1987). *Signalregulerte gangfelt. Vurdering av behov for nye anlegg*. Rapport STF63 A87011. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Giæver, T., Engen, T. & Haukland, F. (2010). *Evaluering av forsterket midtoppmerking I Hedmark/Oppland*. Rapport SINTEF A13039.
- Giæver, T., Sakshaug, K., Jenssen, G. & Berge, T. (1999). *Effekter av profilert vegmerking*. SINTEF rapport STF22 A99553.
- Giæver, T., Sakshaug, K., Jenssen, G. D. & Berge, T. (1999). *Tiltak for reduksjon av strekningsulykker*. Delrapport 2. Effekter av profilert vegmerking. Rapport STF22 A99553- Trondheim: SINTEF.
- Gitelman, V. & A. S. Hakkert. (1997). The evaluation of road-rail crossing safety with limited accident statistics. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 171-179.
- Glad, A., J. Rein & S. Fosser. (1990). *Bilførerers fartsvalg. En undersøkelse av faktorer som påvirker førernes beslutninger*. TØI-rapport 50. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Glennon, J. C. (1985). Accident Effects of Centerline Markings on Low-Volume rural Roads. *Transportation Research Record*, **1027**, 7-13.
- Godwin, S. R. (1992). Effect of the 65 mph speed limit on highway safety in the USA (with comments and reply to comments). *Transport Reviews*, **12**, 1-14.

- Golob, T. F., W. W. Recker & D. W. Levine. (1989). Safety of High-Occupancy Vehicle Lanes Without Physical Separation. *Journal of Transportation Engineering*, **115**, 591-607.
- Golob, T.F. & Recker, W.W. (2004). A method for relating type of crash to traffic flow characteristics on urban freeways. *Transportation Research Part A*, **38**, 53–80.
- Gomes, G., Horowitz, R., Kurzhanskiy, A.A., Varaiya, P. & Kwon, J. (2008). Behavior of the cell transmission model and effectiveness of ramp metering. *Transportation Research Part C*, **16**, 485–513.
- Good, M. C. & P. N. Joubert. (1973). *A review of roadside objects in relation to road safety*. Report No NR/12. Department of Transport, Australia.
- Greibe, P. (2003). Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis & Prevention*, **35**(2), 273-285.
- Greive, R. R. (1986). Intersection Management Techniques for the Left-Turning Vehicle: The Indianapolis Experience. *ITE Journal*, **June**, 23-28.
- Griffin, L. I. (1990). *Using The Before-and-After Design with yoked Comparisons to Estimate The Effectiveness of Accident Countermeasures Implemented at Multiple Treatment Locations*. Unpublished manuscript. College Station, Tx, Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System, Texas.
- Griffith, M.S. (1999). Safety evaluation of rolled-in continuous shoulder rumble strips installed on freeways. *Transportation Research Record*, **1665**, 28-34.
- Griffith, M.S. (2000). *Safety evaluation of rolled-in continuous shoulder rumble strips installed on freeways*. FHWA-RD-00-032.
- Grimsgaard, P. (1976). *Trafikkulykker - avkjørslar*. Hovedoppgave i samferdselsteknikk. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Grimsgaard, P. (1979). *Spredt bosetting og trafikksikkerhet. En undersøkelse av forholdene i et spredtbygd område med en del av Vindafjord kommune som eksempel*. Notat 1/1979. Rogalandforskning, Stavanger.
- Grønnerød, E. (1976). *Gulblink på signalanlegg. Bruk av gulblink på signalanlegg i perioder med lite trafikk*. Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Grue, B., J. L. Langeland & O. I. Larsen. (1997). *Boligpriser. Effekter av veitrafikkbelastning og lokalisering*. TØI-rapport 351. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Gunnarsson, S. O. & A. Hagson. (1992). *Visby Innerstad. Bakgrund och effekter av bilbegränsning 1988-91*. TFB-rapport 1992:30. Transportforskningsberedningen, Stockholm.
- Gunnarsson, S. O. & L. Olsson. (1974a). *Trafikolyckor i tätort 1. Analys av trafikolyckor i korsningar, Göteborg 1971*. Meddelande 66. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för stadsbyggnad, Göteborg.
- Gunnarsson, S. O. & L. Olsson. (1974b). *Trafikolyckor i tätort 2. Analys av trafikolyckor före respektive efter signalreglering av korsningar*. Meddelande 67. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för stadsbyggnad, Göteborg.
- Haakenaasen, B. (1981). *Virkninger av trafikløsninger. Trafikksaneringen i Rosenborg/Møllenberg-området i Trondheim*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Haakenaasen, B. (1982). *Trafikksanering i Sandefjord sentrum. Tiltak og virkninger*. TØI-notat 634. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Haddeland, J. O. & G. Nielsen. (1991). *Stedet og vegen. Et idehefte om miljøprioritert gjennomkjøring med erfaringer fra gjennomførte prosjekter*. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Miljø- og trafikksikkerhetsavdelingen, Oslo.
- Hagen, K-E. & S. Ingebrigtsen. (1993). *Samsunnsøkonomiske kostnader og innsparingspotensialer ved fall- og trafikkulykker i Akershus*. Rapport 199. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1991). *Veg- og trafikktekniske tiltak i det samfunnsmessige regnskapssystemet for trafikkulykker (SRT)*. Arbeidsdokument TST/0307/91. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hagen, K-E. (1993). *Samsunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak*. TØI-rapport 0182. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1994). *Rullering av samsunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak (SRT) for 1992*. Arbeidsdokument TST/0570/94. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Haj-Salem, H. & Papageorgiou, M. (1995). Ramp metering impact on urban corridor traffic: Field results. *Transportation Research Part A*, **29**, 303-319.
- Hakkert, A. S. & F. Mahalel. (1978). The effect of traffic signals on road accidents - with special reference to the introduction of a blinking green phase. *Traffic Engineering and Control*, **19**, 212-215.
- Haldorsen, I. (2000). *Sykling mot kjøreretningen i envegsregulerte gater – litteraturundersøkelse om trafikksikkerhetsvirkninger*, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, notat 2000/00077-002, revidert utgave.
- Halkias, J. A. & R. W. Eck. (1985). Effectiveness of Constant Warning-Time Versus Fixed-Distance Warning Systems at Rail-Highway Grade Crossings. *Transportation Research Record*, **1010**, 101-116.
- Hall, J. W. (1987). Evaluation of Wide Egdelines. *Transportation Research Record*, **1114**, 21-30.
- Hall, P., R. Hearne & J. O'Flynn, J. (1970). *The 60mph General Speed Limit in Ireland*. An Foras Forbartha, The National Institute for Physical Planning and Construction Research, Dublin.
- Hallion, J. V. & R. Michael. (1978). A priority roads study. *ARRB Proceedings, Volume 9, Part 5*, 109-119, 1978. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria.
- Hamilton-Baillie, Ben (2008). Towards shared space. *Urban Design Internasjonal*, **13**, 130-138.
- Hamilton-Baillie, Ben (2008a). Shared space: reconciling people, place and traffic. *Built Environment*, **34**(2), 161-181.

- Hamilton-Baillie, Ben og Jones, Phil (2005). Improving traffic behaviour and safety through urban design, *Civil engineering*, **158**, 39-47.
- Hammarin, Petre og Warnelid, Annika (2006). *Shared Space – integrerade trafikytor i tätort – jämförelse mellan fiskartorget i Västerвик och Stortorget i Ystad*, Thesis 154, Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och samhälle, trafik och väg, Lund.
- Hanbali, R. M. & C. J. Fornal. (1997). *Methodology for evaluating the effectiveness of traffic responsive systems on intersection congestion and traffic safety*. Paper 970065. 76th Annual Meeting, Transportation Research Board, January 12-16, Washington DC.
- Hanley, K.A., Gibby, A. & Ferrara, T. (2000). Analysis of accident reduction factors on California state highways. *Transportation Research Record*, **1717**, 37-45.
- Hanssen, J. U. & M. Stenstadvold. (1993). *Parkeringspolitikk i teori og praksis*. Rapport 172. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hanssen, J. U. (1996). Parkeringsregulering. I: *Miljøhåndboken, Del I*, 145-154. (Kolbenstvedt, M., H. Silborn and T. Solheim ed). Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hanssen, J. U. (1997). *Parkering. Et virkemiddel i samordnet areal- og transportplanlegging*. TØI-rapport 349. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hanssen, J. U.; Stenstadvold, M. (1993). *Parkeringspolitikk i teori og praksis*. Rapport 172. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Harkey, D.L., Srinivasan, R., Baek, J. et al. (2008). *Accident modification factors for traffic engineering and ITS improvements*. NCHRP Report 617. Washington DC: Transportation Research Board.
- Harper, R. S. (1985). Pelican Crossings. Design and Siting for Safety. *PTRC Summer Annual Meeting, Proceedings of Seminar M*, 217-226.
- Hart, M. (1982). Effects on accidents, eliminating throughtraffic of cars in city areas. In *Proceedings (127-134) of Seminar on Short-term and Area-wide Evaluation of Safety Measures*, Amsterdam, The Netherlands, April 19-21, 1982. Institute for Road Safety Research SWOV, Leidschendam.
- Harwood, D. W. & A. D. St John. (1985). *Passing lanes and other operational improvements on two-lane highways*. Report FHWA/RD-85/028. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Harwood, D. W. (1993). *Use of Rumble Strips to Enhance Safety*. National Cooperative Highway Research Program, Synthesis of Highway Practice 191. Transportation Research Board, Washington DC.
- Harwood, D. W.; St John, A. D. (1985). *Passing lanes and other operational improvements on two-lane highways*. Report FHWA/RD-85/028. Washington DC, US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Hauer, E. & B. N. Persaud. (1987). How to Estimate the Safety of Rail-Highway Grade Crossings and the Safety Effects of Warning Devices. *Transportation Research Record*, **1114**, 131-140.
- Hauer, E. (1991). Should Stop Yield? Matters of Method in Safety Research. *ITE-Journal*, **September**, 25-31.
- Hauer, E. (2003). *Speed and crash risk – an opinion*. Unpublished manuscript dated September 8, University of Toronto, Department of Civil Engineering.
- Haynes, J., Copley, G., Farmer, S. & Helliars-Symons, R.D. (1993). Yellow bar markings on motorway slip-roads. Crowthorne, Berkshire: Transport Research Laboratory (TRL), Project Report 49.
- Helberg, N., Helberg, N., Hemdorff, S., Højgaard, H. et al. (1996). *Effekt af stoptavler. Effektvurdering af forsøgsopstilling i 4-benede kryds i åbent land*. RFT Arbejdsrapport 8/1996. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, Gentofte.
- Helliars-Symons, R. D. & S. D. Ray. (1986). *Automatic close-following warning sign - further trials*. Research Report 63. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Helliars-Symons, R. D. (1981). *Yellow bar experimental carriageway markings - accident study*. TRRL Laboratory Report 1010. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Helliars-Symons, R. D., & Ray, S. D. (1986). *Automatic close-following warning sign - further trials*. Research Report 63. Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport. Crowthorne, Berkshire.
- Helliars-Symons, R. D., Wheeler, A. H., & Scott, P. P. (1984). *Automatic speed warning signs - Hampshire trials*. TRL Laboratory Report 1118. Transport Research Laboratory, Crowthorne, UK.
- Helliars-Symons, R., P. Webster & A. Skinner. (1995). The M1 Chevron Trial. *Traffic Engineering and Control*, **36**, 563-567.
- Helliars-Symons, R.D., Wheeler, A.H. & Scott, P.P. (1984). *Automatic Speed Warning Sign Hampshire Trials*. TRL Laboratory Report 1118. Transport Research Laboratory, Crowthorne, UK.
- Hellinga, B. & Van Aerde, M. (1995). Examining the potential of using ramp metering as a component of an ATMS. *Transportation Research Record*, **1494**, 75-83.
- Helmers, G. & L. Åberg. (1978). *Förarbeteende i gatukorsningar i relation till företrädesregler och vägutformning. En explorativ studie*. VTI-rapport 167. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Henriksson, P. (1992). *Uppskattning av fördröjning och avgasutsläpp i fyrvägs korsningar med olika regleringsformer, speciellt fyrvägsstopp*. VTI-meddelande 700. Väg- och TrafikInstitutet (VTI), Linköping.
- Henry, K. & Mehryar, O. (1989). *Six-year FLOW-evaluation*. Washington State Department of Transportation, Seattle, WA.
- Herbert, A. J. & N. M. H. Smith. (1976). Analysing Railway Crossing Accident Data. *Australian Road Research*, **6**, 3, 24-32.
- Hermes, B. F. (1972). Pedestrian Crosswalk Study: Accidents in Painted and Unpainted Crosswalks. *Highway Research Record*, **406**, 1-13.
- Herrstedt, L. (2004). Erfaringsopsamling om hastighedsprojekter i danske kommuner. *Dansk Vejtidskrift*, **1**, 4-6.

- Herrstedt, L., Kjemtrup, K., Borges, P. & Andersen, P. S. (1993). *An improved Traffic Environment. A Catalogue of Ideas*. Report 106. Road Data Laboratory, Road Standards Division, Herlev.
- Hickey, J. J. (1997). Shoulder Rumble Strip Effectiveness: Drift-Off-Road Accident Reductions on the Pennsylvania Turnpike. *Paper 970624. 76th Annual Meeting, Transportation Research Board*, January 12-16, Washington DC.
- Hirasawa, M., Asano, M. & Saito, K. (2005). Study on development and practical use of rumble strips as a new measure for highway safety. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, **6**, 3697-3712.
- Hiselius, L. W. (2004). Estimating the relationship between accident frequency and homogeneous and inhomogeneous traffic flows. *Accident Analysis & Prevention*, **36(6)**, 985-992.
- Hocherman, I., A. S. Hakkert & J. Bar-Ziv. (1990). Safety of One Way Urban Streets. *Transportation Research Record*, **1270**, 22-27.
- Hodge, G. A., K. F. Daley & T. N. Nguyen. (1986). Signal co-ordination in regional areas of Melbourne - a road safety evaluation. *ARRB Proceedings, Volume 13, Part 9*, 178-190, 1986., Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria.
- Hoegh, Kyle, Blenski, Simon og Swenson, Eric (2008). *Shared Space: An interactive experience*, Nexus.
- Hoem, G. B.; Medalen, T.; Skjefstad, T. E.; Strugstad, R. Gatetun (1979). *Et bedre bomiljø*. NIBR arbeidsrapport 8/1979. Norsk institutt for by- og regionforskning, Oslo.
- Hoff og Overgaard. (1976). *Den sikkerhedsmæssige effekt af signalregulering i landevejskryds*. Vejdirektoratet, Sekretariatet for Sikkerhedsfremmende Vejforanstaltninger (SSV), Næstved.
- Hoffman, M. R. (1974) Two-Way, Left-Turn Lanes Work. *Traffic Engineering*, **August**, 24-27.
- Hogema, J. H., R. van der Horst & W. van Nifterick. (1996). Evaluation of an automativ fog-warning system. *Traffic Engineering and Control*, **37**, 629-632.
- Hogema, J.H. & Goebel, M.P. (2000). *In-car versus roadside queue warning information: a driving simulator study*. TM-00-D004. Soesterberg, the Netherlands: TNO Human Factors TM.
- Høj, J. (1990). *Rumlefelte og støj*. Rapport 89. Vejdatalaboratoriet, Herlev.
- Holm, C. & Kotituomi, S. (2000). *Queue warning system on the Helsinki western artery and queue warning studies in the Gothenburg region*. Proceedings of the on safe roads into the 21st century congress, 24-26 oct. 2000, Budapest, Hungary.
- Hovd, A. (1979). *En undersøkelse omkring trafikkulykker og avkjørsler*. Avhandling til dr ing graden. Meddelelse 22. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for veg- og jernbanebygging, Trondheim.
- Hovd, A. (1981). *Trafikkulykker i avkjørsler. Sammenhenger mellom ulykesnivå og avkjørselsavstand, avkjørselstetthet, avkjørsels- og riksevegtrafikk*. Rapport STF61 A81011. SINTEF Vegteknikk, Trondheim.
- Høye, A., Sørensen, M. W. J., Elvik, R., Akhtar, J., Nævestad, T.-O., & Vaa, T. (2011). *Evaluering av friteksttavler i Trondheim*. TØI-Rapport 1153/2011. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hoyt, D. W. (1968) In Further Support of Rumble Strips. *Traffic Engineering*, **November**, 38-41.
- Huang, H.F. & Cynecki, M.J. (2001). *The effects of traffic calming measures on pedestrian and motorist behavior*. Report FHWA-RD-00-104.
- Huang, H.F. & Zegeer, C.V. (2001). *An evaluation of illuminated pedestrian push buttons in Windsor, Ontario*. Report FHWA-RD-00-102.
- Hughes, R. G. (1999). *Variations in Average Vehicle Speeds and the Likelihood of Peak Period Crashes on a US Freeway*. University of North Carolina, Highway Safety Research Center.
- Hülse, H. (1993). *Unfälle mit Radfahrern in Bayern*, Beratungsstelle für Schadenverhütung, Mitteilungen, Nr. 33, Köln.
- Hunt, J. G. & Griffiths, J.D. (1989). *Accident rates at pedestrian crossings in Hertfordshire*. Contractor Report 154. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Hunt, J. G. (1990). Pedestrian safety and delay at crossing facilities in the United Kingdom. *Proceedings of Road safety and Traffic Environment in Europe in Gothenburg, Sweden*, September 26-28, 1990. VTI-rapport 363A, 17-34. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Hvoslef, H. (1973). *Trafikksikkerheten i forbindelse med buss og trikk i Oslo*. Notat. Oslo Veivesen, Oslo.
- Hvoslef, H. (1974). *Trafikksikkerhet i Oslo. Problemstilling, analyse og løsninger*. Oslo veivesen, Oslo.
- Hvoslef, H. (1977). *Trafikkulykker og trafikksikkerhet i Borre*. Arbeidsdokument av 31.8.1977, prosjekt 4559, veiplan for Borre. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hvoslef, H. (1979) *Risikoforhold i bytrafikk - eksempel fra Haugesund*. Foredrag ved NIF-kurs trafikksikkerhet, vegutforming, trafikkregulering og gatebruk, 8.-10. januar 1979, NTH, Trondheim.
- Hvoslef, H. (1980). *Sikker kryssing av hovedgater - kransgater. I: Trafikksanering - aktuelle tiltak*, 38-61. (Muskaug, R ed): NVF-rapport 11:1980. Nordisk Vegteknisk Forbund (NVF), Utvalg 52 Trafikksikkerhet, Oslo.
- Illinois Division of Highways. (1970). Rumble Strips Used as a Traffic Control Device: An Engineering Analysis. *Accident Study Report 102*, 1970. (sitert etter Harwood, 1993).
- Inwood, J & G. B. Grayson. (1979). *The Comparative Safety of Pedestrian Crossings*. TRRL Laboratory Report 895. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Ivan, J. N., Wang, C., & Bernardo, N. R. (2000). Explaining two-lane highway crash rates using land use and hourly exposure. *Accident Analysis & Prevention*, **32**, 787-795.
- Jacobs, G. D. & D. G. Wilson. (1967). *A Study of Pedestrian Risk in Crossing Busy Roads in Four Towns*. RRL Report LR 106. Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

- Jacobs, G. D. (1966). Pedestrian behaviour on a length of road containing guard rails. *Traffic Engineering and Control*, **8**, 556-561, 565.
- Jang, K., Chung, K., Ragland, D. R. & Chan, C.-Y. (2008a). *Comparison of collisions on HOV facilities with limited and continuous access*. Safe Transportation Research & Education Center, Institute of Transportation Studies, UC Berkeley. <http://escholarship.org/uc/item/7qf6g5fx>.
- Jang, K., Chung, K., Ragland, D. R. & Chan, C.-Y. (2008b). Safety evaluation of HOV facilities in California. *Intellimotion*, **14**, 1-5.
- Janoff, M. S., P. S. Davit & M. J. Rosenbaum. (1982). Adverse environmental operations. *Chapter 11 of Synthesis of safety research related to traffic control and roadway elements*. Report FHWA-TS-82-232. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Janson, B.N. (1999). *Evaluation of downhill truck speed warning system on I-70 west of Eisenhower tunnel*. Transportation Research Center, Department of Civil Engineering, University of Colorado at Denver.
- Janssen, S. T. M. C. & P. J. G. Verhoef. (1989). *Demonstratieproject berindeling en berinrichting van stedelijke gebieden (in de gemeenten Rijswijk en Eindhoven): Eindrapport van het ongevalen onderzoek. Een evaluatie van de maatregelen na een periode van vijf jaar*. R-89-27. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Janssen, S. (1991). Final results of accident studies in the Dutch demonstration projects of the 1970's. *Traffic Engineering and Control*, **32**, 292-298.
- Jaredson, Sofia (2002). *Utvärdering av skvallertorget i Norrköping*, Examensarbete, LITH-ITN-EX-02/245-SE, Tekniska Högskolan, Linköping Univrsitet, Institutionen för teknik och naturvetenskap, Norrköping.
- Jeffrey, D.J., Russam, K. & Robertson, D.I. (1987). Electronic route guidance by AUTOGUIDE: the research background, *Traffic Engineering and control*, 525-529.
- Jensen, R. (1968). *Veien og omgivelsene. Oppdragsrapport med studier av randbebyggelse langs E-18 gjennom Vestfold*. Norsk institutt for by- og regionforskning (NIBR), Oslo.
- Jensen, S. U. (2007). Trafiksnering – en sikker løsning. *Dansk Vejtidskrift*, **10**, 12-14.
- Jernbaneverket (2007). *Jernbanestatistikk 2007*. Jernbaneverket, Oslo.
- Jernigan, J. D. & C. W. Lynn. (1991). Impact of 65-mph Speed Limit on Virginia's Rural Interstate Highways Through 1989. *Transportation Research Record*, **1318**, 14-21.
- Jernigan, J. D. & Lynn, C. W. (1996). Effect on congestion and motorcycle safety of motorcycle travel on high-occupancy vehicle facilities in Virginia. *Transportation Research Record*, **1554**, 121-127.
- Johannessen, S. & J. Heir. (1974). *Trafikksikkerhet i vegkryss. En analyse av ulykkesforholdene i 187 vegkryss i perioden 1968-72*. Oppdragsrapport 4. Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Johannessen, S. (1984). *Kjøreatferd i uregulerte T-kryss. Høyregel eller vikepliktregulering?* Rapport STF63 A84009. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Johannessen, S. (1985). *Forkjøringsregulering i Sandefjord. Studier av trafikkavvikling og sikkerhet på to strekninger i 1983 og 1984*. Rapport STF63 A85003. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Johansson, Ö. (1986). *Trafikksikkerhetseffekten av kantstolpar på smala vägar*. Publikation 1986:84. Statens Vägverk, Utvecklingssektionen, Borlänge.
- Johansson, R. (1982). *Förbållandet mellan upplevd och verklig olycksrisk*. TFD-rapport 1982:9. Transportforskningsdelegationen, Stockholm.
- Johansson, Ulf og Westmann, Bengt (2007). *Shared space i Sverige – en ideskript – Remissversion*, Sveriges Kommuner och Lands-ting, Avdelingen för tillväxt och samhällsbyggnad, Stockholm.
- Johns, R. C. & J. S. Matthias. (1977). Relationship of the Color of the Highway Centerline Stripe to the Accident Rate in Arizona. *Transportation Research Record*, **643**, 32-36.
- Jones, S. M. & S. A. Farmer. (1993). Pedestrian ramps in Central Milton Keynes: A case-study. *Traffic Engineering and Control*, **34**, 122-128.
- Jones, T.L. & Tomcheck, P. (2000). Pedestrian accidents in marked and unmarked crosswalks: A quantitative study. *ITE Journal*, **Sep 2000**, 42-46.
- Jönrup, H. & Å. Svensson. (1971). *Effekten av hastighetsbegränsningar utanför tätbebyggelse*. Meddelande 10. Statens Trafiksäkerhetsråd, Stockholm.
- Jørgensen, N. O. & Z. Rabani. (1971). *Fotgængerens sikkerhed i og ved fodgængerovergange*. RfT-rapport 7. Rådet for trafikksikkerhedsforskning (RfT), København.
- Jørgensen, N.O., Muskaug, R., Nilsson, G. et al. (1985). *Fartsgrenser - i trafikksikkerhetens tjeneste?* NVF-rapport 1985:6. Nordisk Vegteknisk Forbund, Utvalg 52, Trafikksikkerhet, Oslo.
- Jurisich, I., Segedin, T., Dunn, R. & Smith, M. (2003). *Experience of using flush medians in Auckland city*. 26th Australian Transport Research Forum, Wellington, New Zealand, 1-3 October 2003.
- Kahrmann, B. (1988). Area-wide traffic restraint measures: analysis of accidents in Berlin-Charlottenburg. In: *User Behaviour: Theory and Research*, 424-434. (Rothengatter, J. A. & R. DeBruin. eds): Van Gorcum, Road Assen/Maastricht.
- Kallberg, V-P. (1993). Reflector Posts - Signs of Danger? *Transportation Research Record*, **1403**, 57-66.
- Kang, S., & Gillen, D. (1999). *Assessing the Benefits and Costs of Intelligent Transportation Systems: Ramp Meters*. California PATH Research Report UCB-ITS-PRR-99-19.

- Karhunen, M. (2003). *Wrong way driving on motorways; Frequency, reasons and prevention*. Helsinki: Tiehallinto, Finnish National Road Administration.
- Karkle, D. E., Russell, E. R. & Rys, M. J. (2009). Evaluation of centerline rumble strips for prevention of highway crossover accidents. *Kansas Proceedings of the 2009 Mid-Continent Transportation Research Symposium*, Ames, Iowa. Iowa State University.
- Karlberg, N.O. (2002). Road, weather, action. *Traffic Technology International*. Surrey, United Kingdom, 90-92.
- Kawashima, H. (1991). *Present status of Japanese research programmes on vehicle information and intelligent vehicle systems*. Invited paper presented at DRIVE-conference, February 4-6, Brussels.
- Kemper, W. J. & S. R. Byington (1977). Safety aspects of the national 55 MPH speed limit. *Public Roads*, 41, 58-67.
- Kermit, M. L. & T. C. Hein. (1962). Effect of Rumble Strips on Traffic Control and Driver Behavior. *Highway Research Board Proceedings*, 41, 469-482.
- Kermit, M. L. (1968) Rumble Strips Revisited. *Traffic Engineering*, February, 26-30.
- Kermit, M. L.; Hein, T. C. (1962). Effect of Rumble Strips on Traffic Control and Driver Behavior. *Highway Research Board Proceedings*, 41, 469-482.
- Kihl, M. (2006). Extending Older Drivers' Access to Freeways with Intelligent Transportation System Technologies. *Transportation Research Record*, 1924.
- Kildebogaard, J. & C. Wass. (1982). *EMMA-rapport 3. Signalregulering af fotgængerfelter. Sikkerhetsmæssig effekt*. Rapport nr 29. Udarbejdet for Nordisk Ministerråd. Vejdirektoratet, Vejdatalaboratoriet, Næstved.
- King, G. F. & R. B. Goldblatt. (1975). Relationship of accident patterns to type of intersection control. *Transportation Research Record*, 540, 1-12.
- King, G. F. & T. M. Mast. (1987). Excess Travel: Causes, Extent, and Consequences. *Transportation Research Record*, 1111, 126-134.
- Kirste, B. R. (1989). *Trafikksikkerhet på veger med reversible felt*. Hovedoppgave i samferdselsteknikk. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Kjærgaard, E. & H. Lahrmann. (1981). *Skolepatruljeblink - en undersøkelse af skolepatruljeblinks effekt på bilernes hastighed*. Særtrykk fra Dansk Vejtidskrift nr 4, 1981. Vejdirektoratet, Næstved.
- Knoblauch, R.L., Nitzburg, M. & Seifert, R.L. (2001). *Pedestrian crosswalk case studies: Richmond, Virginia; Buffalo, New York; Stillwater, Minnesota*. Center for Applied Research, for Federal Highway Administration.
- Kobelo, D., V. P. & Mussa, R. (2008). Safety analysis of Florida urban limited access highways with special focus on the influence of truck lane restriction policy. *Journal of Transportation Engineering*, 134, 297-306.
- Koepsell, T., McCloskey, L., Wolf, M. et al. (2002). Crosswalk markings and the risk of pedestrian motor vehicle collisions in order pedestrians. *Journal of the American Medical Association*, 288, 2136-2143.
- Kolbenstvedt, M. Solheim, T. & Amundsen, A. H. (2000). *Miljøhåndboken*. Trafikk og miljøtiltak i byer og tettsteder. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Kolbenstvedt, M., Amundsen, A. H., Sørensen, M. og Aas, H. (2011). *Tiltakskatalogen – Transport, miljø og klima*, Transportøkonomisk institutt.
- Kollektivtrafikberedningen. (1982). *Förbättrad busstrafik i befintliga områden*. Delrapport: bussgators trafiksäkerhet mm. Rapport 1982:1. Kollektivtrafikberedningen (KTb), Solna.
- Kølster Pedersen, S., Kulmala, R, Elvestad, B., Ivarsson, D. & Thuresson, L. (1992). *Trafiksäkerhetsåtgärder i Väg- och Gatumiljö. Exempel hämtade från de nordiska länderna under 1980-talet*. Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter 1992:607. Nordisk Ministerråd, København.
- Koshi, M. & S. Kashima. (1981). Effects of speed limit alterations on road safety. IATSS 107 Project Team, *IATSS research* 5, 6-15.
- Kotsialos, A. & Papageorgiou, M. (2004). Motorway network traffic control systems. *European Journal of Operational Research*, 152, 321-333.
- Kraay, J. H., M. P. Mathijssen & F. C. M. Wegman. (1984). *Towards safer residential areas*. Institute for Road Safety Research SWOV, Leidschendam.
- Krag, T. (2008). *To-vejs cykling i gader med ensretning for biltrafikken*, Tromas Krag Mobilitu Advice, september.
- Kragh, J., and Andersen, B. (2007). *Trafikstøj/VedRumleriller*, Technical.
- Krammes, R.A. & Tyer, K.D. (1991). Post-Mounted Delineators and Raised Pavement Markers: Their Effect on Vehicle Operations at Horizontal Curves on Two-Lane Rural Highways. *Transportation Research Record* 1324, 59-71.
- Kristiansen, J. (2008). *Sykling mot envegskjøring – noe for norske byer?*, sykkelkonferansen 2008, Kongsberg.
- Kronborg, P., Lindkvist, A. & Schelin, E. (2002). *Fungerer transportinformatik i praktiken?* TFK rapport 2002:18. TFK - Institutet för transportforskning/Transport Research Institute, Stockholm, Sweden.
- Kulmala, R. (1995). *Safety at rural three- and four-arm junctions. Development and application of accident prediction models*. VTT Publications 233. Technical Research Centre of Finland, Espoo.
- Kumara, S.S.P., Chin, H.C. & Weerakoon, W.M.S.B (2003). Identificatino of accident causal factors and prediction of hazardou-ness of intersection approaches. *Transportation Research Record*, 1840, Paper No. 03-2778, 116-122.
- Kwon, J. & Varaiya, P. (2008). Effectiveness of California's High Occupancy Vehicle (HOV) system. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 16(1), 98-115.
- Lahrmann, H. & P. Mathiasen. (1992). Bumpudformning. *Dansk Vejtidskrift*, 9, 16-22.

- Lalani, N. (1977). Road Safety at Pedestrian Refuges. *Traffic Engineering and Control*, **18**, 429-431.
- Lalani, N. (1991). Comprehensive Safety Program Produces Dramatic Results. *ITE-Journal*, October, 31-34.
- Langeland, A. (1993). *Forsøksordningen for utvikling av kollektiv transport. Veilederomholdeplasser og terminaler*. N-510. Oslo, Samferdselsdepartementet.
- LaPlante, J. N. & T. Harrington. (1984). Contraflow Bus Lanes in Chicago: Safety and Traffic Impacts. *Transportation Research Record*, **957**, 80-90
- LaPlante, J. N. (1967). Exclusive Bus Lanes. In: *Highway Research Board, Special Report 93, Improved Street Utilization through Traffic Engineering*, 75-83. Highway Research Board, Washington DC.
- Larsen, O. I. (1985). *Fordeler ved forsert utbygging av hovedveger og kollektivsystem i Oslo og Akershus*. Arbeidsdokument av 27.8.1985 (prosjekt E-306 GN generelt). Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Laurie, M.E., Zhang, S., Mundoli, R., Duffy, S.A., Collura, J. & Fisher, D.L. (2004). An evaluation of alternative Do Not Enter signs: failures of attention. *Transportation Research Part F*, **7**, 151-166.
- Lee, C. & Abdel-Aty, M. (2008). Testing effects of warning messages and variable speed limits on driver behavior using driving simulator. *Transportation Research Record*, **2069**, 55-64.
- Lee, C., Hellinga, B., & Ozbay, K. (2006). Quantifying effects of ramp metering on freeway safety. *Accident Analysis & Prevention*, **38(2)**, 279-288.
- Lee, C., Lee, S., Choi, B., & Oh, Y. (2006). Effectiveness of Speed-Monitoring Displays in Speed Reduction in School Zones. *Transportation Research Record*, **1973**, 27-35.
- Lee, J. T., Dittberner, R. & Sripathi, H. (2007). Safety impacts of freeway managed-lane strategy. *Transportation Research Record*, **2012**, 113-120.
- Levinson, D. (2003). The value of advanced traveler information for route choice. *Transportation Research Part C*, **11**, 75-87.
- Levinson, D., Zhang, L., Das, S., and Sheikh, A. (2002). *Ramp Meters on Trial: Evidence from the Twin Cities Ramp Meters Shut-off*. Transportation Research Board 81st Annual Meeting, Washington, DC.
- Lie, T. & O. Bettum. (1996). *Miljøgate. Sammendragsrapport fra miljøgateprosjektet*. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Lierkamp, D. (2003). Treating Inadequate Headway's on a High Flow Freeway. *Cooper@tive Tr@nsport@tion Dyn@mics*, **2**, 3.1-3.31.
- Ligon, C.M., Carter, E.C., Joost, D.B. & Wolman, W.W. (1985). *Effects of shoulder textured treatments on safety*. Report FHWA/RD-85/027. Federal Highway Administration, Turner-Fairbank Highway Research Center, Georgetown Pike, VA.
- Lillienberg, S. (1971). *Studier av gånggators genomförande. 3. Prästgatan i Östersund. Huvudrapport*. Meddelande 35. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för stadsbyggnad, Göteborg.
- Lillienberg, S., L. Birgersson & L. Husberg. (1971). *Studier av gånggators genomförande. 2. Stora Brogatan i Borås*. Meddelande 32. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för stadsbyggnad, Göteborg.
- Lindenmann, H. P., H. Riedel & J. Thoma. (1987). Fussgänger-Lichtsignalanlagen. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, BFU, Bern.
- Lindkvist, A. (1995). *A basis for evaluation –capacity, time consumption, and delay*. Deliverable 23 of the TOSCA II project. Swedish National Roads Administration, Gothenburg, Sweden.
- Lindly, J. K. & Wijesundera, R. K. (2003). *Evaluation of profiled pavement markings*. UTCA Report Number 01465. Birmingham, Huntsville: University of Alabama.
- Lord, D., Middleton, D. & Whitacre, J. (2005). Does separating trucks from other traffic improve overall safety? *Transportation Research Record*, **1922**, 156-166.
- Lovell, J. & E. Hauer. (1986). The Safety Effect of Conversion To All-Way Stop Control. *Transportation Research Record*, **1068**, 103-107.
- Lum, H. S. & W. E. Hughes. (1990). Edgeline Widths and Traffic Accidents. *Public Roads*, **54(1)**, 153-159.
- Lyles, R.W. & Taylor, W.C. (2006). *Communicating changes in horizontal alignment*. NCHRP Report 559
- MacCarley, C.A., Ackles, C. & Watts, T. (2006). *A Study of the Response of Highway Traffic to Dynamic Fog Warning and Speed Advisory Messages*. TRB 06-3086. 85th Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting; California Polytechnic State University and Loragen Corporation.
- Mackie, A. M & D. Webster (1995). Monitoring of 20mph Zones. *Proceedings of Seminar G (39-50) of the 23rd European Transport Forum (PTRC Summer Annual Meeting)*, 11-15 September 1995, University of Warwick, England.
- Mackie, A. M & S. J. Older. (1965). Study of pedestrian risk in crossing busy roads in London inner suburbs. *Traffic Engineering and Control*, **7**, 376-380.
- Mackie, A. M., A. R. Hodge & D. C. Webster. (1993). Traffic Calming - Design and Effectiveness of 20mph Zones. *Proceedings of Seminar C (395-405) of PTRC 21st Summer Annual Meeting*, 13-17 September 1993, University of Manchester Institute of Science and Technology, England.
- Madelin, K. B & J. A. Ford. (1968). Gateshead Traffic Management Scheme (2) Implementation, (3) Before and After Studies and Results. *Traffic Engineering and Control*, **10**, 137-139, 181-184.
- Mahalel, D & D. M. Zaidel. (1985). Safety evaluation of a flashing-green light in a traffic signal. *Traffic Engineering and Control*, **26**, 79-81.
- Maher, M.J., Hughes, P.C., Smith, M.J. & Ghali, M.O. (1993). Accident- and travel time-minimising routeing patterns in congested networks. *Traffic Engineering and Control*, **34**, 414-419.
- Mailand, B., E. Obst & H. Strack. (1987). Tempo 30-Versuche in Bonn. *Strassenverkehrstechnik*, **Heft 2**, 44-48.

- Main, R. F. (1984). *For Underutilized Collision Reduction Measures*. In: Transport Risk Assessment, 89-120 (Yagar, S. ed). University of Waterloo Press.
- Malenfant, L. & R. Van Houten. (1989). Increasing the percentage of drivers yielding to pedestrians in three Canadian cities with a multifaceted safety program. *Health Education Research*, **5**, 275-279.
- Malo, A. F. (1967). Signal Modernization. *Highway Research Board, Special Report 93*, Improved Street Utilization Through Traffic Engineering, 96-113. Highway Research Board, Washington DC.
- Markovets, S., Royer, D. & Dorroh, R. F. (1995). Leetsdale Drive Reversible lane design Study; Denver Colorado. *Compendium of Technical Papers for the 65TH ITE Annual Meeting*, pp. 142-146, Denver.
- Markung, B. (1997). Miljøzoner i Sverige. Notater til seminar om miljøzoner i Oslo 4/12-1997. Arrangert av Oslo kommunes samferdselsetat, Statens vegvesen Oslo og Statens vegvesen Vegdirektoratet.
- Martin, P. T. & Lahon, D. (2004). *High Occupancy Vehicle Lanes Evaluation II: Traffic Impact, Safety Assessment, and Public Acceptance*. Contract No. UTL-1003-70. Utah Department of Transportation, Research and Development Division, UT-04.13.
- Martin, P. T., & Perrin, J. (2000). *Adverse visibility information system evaluation (advise)*. Utah Traffic Lab, University of Utah.
- Marvin, R.R. & Clark, D.J. (2003). *An evaluation of shoulder rumble strips in Montana*. Report FHWA/MT-03-008/8157.
- Mason, D.F. (1999). *An examination of the use and effectiveness of intersection rumble strips in New Brunswick*. New Brunswick: 1999 Annual Conference and Exhibition of the Transportation Association of Canada.
- Matsumara, T., Seo, T., Umezawa, M. & Okutani, T. (1993). *Road structure and traffic safety facilities in Japan*. In Proceedings of Conference on Asian Road Safety 1993 (CARS '93), Chapter 8, 13-32. Kuala Lumpur, published by OECD and others.
- McBean, P. A. (1982). *The influence of road geometry at a sample of accident sites*. TRRL Laboratory Report 1053. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- McCoy, P. T.; Ramanujam, M.; Moussavi, M. & Ballard, J. L. (1990). Safety Comparison of Types of Parking on Urban Streets in Nebraska. *Transportation Research Record*, 1270, 28-41.
- McCoy, P.T., Ramanujam M., Moussavi M. & Ballard, J.L. (1990). Safety Comparison of Types of Parking on Urban Streets in Nebraska. *Transportation Research Record*, 1270, 28-41.
- McCoy, T.A., McCoy, P. T., Haden, R. J. & Singh, V.A. (1991). Safety Evaluation of Converting On-Street Parking from Parallel to Angle. *Transportation Research Record*, 1327, 36-41.
- McFadden, J. & Chandhok, P. (2003). *Evaluating the effectiveness of low cost safety improvements: Effects of shoulder rumble strips on ROR crashes on multi-lane highways*. Institute of Transportation Engineers 2003 Annual Meeting and Exhibit, Seattle, Washington.
- McGee, H. W. & D. L. Warren. (1976). Right Turn on Red. *Public Roads*, **40**, 1, 19-31.
- McGee, H. W. & M. R. Blankenship. (1989). *Guidelines for converting stop to yield control at intersections*. National Cooperative Highway Research Program Report 320. Transportation Research Board, Washington DC.
- McGee, H. W. (1977). Accident Experience With Right Turn on Red. *Transportation Research Record*, **644**, 66-75.
- McKenna, M. N. & King, T. A. (1987). Review of Tidal Flow Systems, *Traffic Engineering and Control*, no. 10, vol. 28, pp. 544-547.
- McKenna, R.Q. (2001). *High technology, smart solutions*. High technology international, 119-20.
- McLean, T., Brader, C., Hangleiter, S. et al. (1998). *Urban integrated traffic control evaluation results*. Deliverable 8.3, European Transport Telematics Project TABASCO, Brussels.
- Menendez, M. & Daganzo, C. F. (2007). Effects of HOV lanes on freeway bottlenecks. *Transportation Research Part B: Methodological*, **41**(8), 809-822.
- Meng, L. K. og Thu, S. (2004). A microscopic simulation study of two-way street network versus one-way street network. *Journal of the Institution of Engineers*, 44(2), 111-122.
- Methorst, Rob, Gerlach, Jürgen, Boenke, Dirk og Leven, Jens (2007). *Shared Space: Safe or Dangerous? – A contribution to objectification of a popular design philosophy*, Walk21 conference, Toronto.
- Middleton, D. & Lord, D. (2005). *Safety and operational aspects of exclusive truck facilities* Retrieved April 1, 2010, from http://ceprofs.tamu.edu/dlord/Papers/Safety_Truck_Roadways_Middleton-Lord.pdf
- Millegan, H., X. Yan, S. Richards & L. Han (2009). Evaluation of effectiveness of stop-sign treatment at highway-railroad grade crossings. TRB 2009 Annual Meeting CD Rom. Transportation Research Board, Washington D. C.
- Miller, C., Deusar, R., Wattleworth, J. & Wallace, C. (1979). *Safety evaluation of priority techniques for high-occupancy vehicles*. Report FHWA-RD-79-59. Federal Highway Administration.
- Mitman, M.F., Ragland, D.R. & Zegeer, C.V. (2008). *The marked crosswalk dilemma: uncovering some missing links in a 35-year debate*. TRB 2008 Annual Meeting CD-ROM.
- Mitra, S. & Washington, S. (2007). On the nature of over-dispersion in motor vehicle crash prediction models. *Accident Analysis & Prevention*, **39**(3), 459-468.
- Monderman, Hans, Clarke, Emma og Hamilton-Baillie, Ben (2006). Shared Space – the alternative approach to calming traffic. *Traffic Engineering and Control*, **47**(8), 290-292.
- Monsere, C. M. (2001). *Preliminary evaluation of the safety effectiveness of centerline (median) rumble strips in Oregon*, ITE Quad Conference, Seattle, Washington.
- Moore, A. F. (1987). *Evaluation of experimental rumble strips*. Report HWA/LA-86/186. Louisiana Department of Transportation and Development, Baton Rouge, LA.

- Moses, R., Price, G. & Kobelo, D. (2007). *Evaluating the effectiveness of various truck lane restriction practices in Florida - Phase II*. Report FAMU-FSU College of Engineering, Department of Civil Engineering, Tallahassee, Florida.
- Mullowney, W. L. (1982). Effect of Raised Pavement Markers on Traffic Performance. *Transportation Research Record*, **881**, 20-29.
- Musick, J. V. (1960). Effect of Pavement Edge Marking on Two-Lane Rural State Highways in Ohio. *Highway Research Board Bulletin*, **266**, 1-7.
- Muskaug, R. (1976A). *Gatebruksplanen i Oslo. Erfaringer fra Ruseløkka/Skillebekk (forsøk 1)*. Oslo kommune, Byplankontoret, Gatebruksplangruppa, Oslo.
- Muskaug, R. (1976B). *Gatebruksplanen i Oslo. Erfaringer fra Grünerløkka*. Oslo kommune, Byplankontoret, Gatebruksplangruppa, Oslo.
- Muskaug, R. (1981). *Riksvegnettets ulykkesrisiko. En analyse av risikoen for personskadeulykker på det norske riks- og europavegnettet utenfor Oslo avhengig av vegbredde, fartsgrense og trafikkmengde*. TØI-notat 579. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Muskaug, R. (1983A). *Virkninger av gatetun i Oslo og Sandefjord*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Muskaug, R. (1983B). *Gatetun på Sofienberg. Analyse av før- og etterundersøkelsene i gatetunene på Sofienberg i Oslo*. Arbeidsdokument av 12.7.1983, prosjekt O-693. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Muskaug, R. (1985). *Risiko på norske riksveger. En analyse av risikoen for trafikkulykker med personskaade på riks- og europaveger utenfor Oslo, avhengig av vegbredde, fartsgrense, trafikkmengde og avkjørselstetthet*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Muskaug, R. (1994). *Evaluering av fysiske tiltak for syklistar – litteraturundersøkelse*, TØI arbeidsdokument 549/1994, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Muskaug, R., & Christensen, P. (1995). *The use of collective feedback to reduce speed*. TØI Working Report 995/1995. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Muskaug, R., Daas, H.R., Domburg, J. et al. (1979). *Hvordan endringene i trafikkreglene 1978 virket på trafikantenes kunnskap og atferd*. Prosjektrapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Myberg, Grethe, Stenersen, Lene og Pedersen, Elisabeth Flønes (2009). *Mulighetsstudie – Shared Space i Universitetsgata i Oslo*, Rambøll, Tønsberg.
- Myrberg, Grethe, Winjgarden, Karin Van., Børrud, Elin og Stenersen, Lene (2008). *Shared space – erfaringer med “Shared space” ved kryssutforming*, Rambøll, Tønsberg.
- Najm, W. G., Sen, B., Smith, J. D. & Campbell, B. N. (2003). *Analysis of light vehicle crashes and pre-crash scenarios based on the 2000 General Estimates System*. Report DOT HS 809 573. U.S. Department of Transportation Research and Special Programs Administration John A. Volpe National Transportation Systems Center Cambridge, MA.
- NHL (2007). *The Laweiplein – Evaluation of the reconstruction into a square with roundabout*, Noordelijke Hogeschool Leeuwarden (NHL), januar 2007.
- Nielsen, M. Aa. & L. Herrstedt. (1993). *Effekt af miljøprioriteret gennemfart. Trafiksikkerhed. Vinderup, Skærbæk, Ugerløse*. Vejdatalaboratoriet, Notat 2, Herlev.
- Nielsen, M. Aa. (1993). *Hastighedspåvirkning. Afstand mellem bump for referencehastigheder på 40 km/t og 50 km/t*. Notat 7. Vejdatalaboratoriet, Herlev.
- Nielsen, P. H. & Lahrmann, H. (2008). *Forskønnede centrale bygader – den sikkerhedsmæssige effekt*, Trafikdage, Aalborg Universitet.
- Nilsson, G. & P-O. Roosmark. (1976). *Förslag till målsättning och kriterier för val av hastighetsbegränsningssystem*. VTI-rapport 76. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Nilsson, G. (1976). *Sammanställning av försök med differentierade hastighetsgränser åren 1968-1972*. VTI-rapport 88. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Nilsson, G. (1980). *Sänkning av högsta tillåten hastighet från 110 till 90 km/h under sommaren 1979. Effekt på personskadeolyckor*. VTI-meddelande 197. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Nilsson, G. (1990). *Sänkning av hastighetsgränsen 110 km/h til 90 km/h sommaren 1989. Effekter på personskadeolyckor, trafikskadade och hastigheter*. VTI rapport nr 358. Väg- och Trafikinstitutet, Linköping.
- Nitzburg, M. & Knoblauch, R.L. (2001). *An evaluation of high-visibility crosswalk treatment – Clearwater, Florida*. FHWA -RD-00-105.
- Noland, R. B., & Quddus, M. A. (2005) Congestion and safety: A spatial analysis of London. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **39(7-9)**, 737-754.
- Norwegian Pollution Control Authority & Directorate for Nature Management (1996). *Miljøtilstanden i Norge (The state of the environment in Norway)*. Oslo-Trondheim. ISBN 82-7655- 355-9.
- NOU (2004:11). *Hydrogen som fremtidens energibærer: Norges Offentlige Utredninger*. Statens forvaltningstjeneste, Informasjonsforvaltning.
- Noyce, D.A. & Elango, V.V. (2004). *Safety evaluation of centerline rumble strips: A crash and driver behavior analysis*. Transportation Research Board: Paper Nr. 04-3932.
- Nygaard, H. C. (1989). *Trafikksikkerhet på veier med kollektive felt*. Hovedoppgave i samferdselsteknikk 1989. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Obenberger, J. (2004). *Managed lanes*. *Public Roads*, no. 11, vol. 68, pp. 48-55.
- OECD (2006). *Speed management*. Paris, OECD.

- OECD Road Research Group. (1977). *Bus lanes and busway systems*. OECD, Paris.
- OECD Road Research Group. (1979). *Traffic Safety in Residential Areas*. OECD, Paris.
- Oh, C., Oh, J., Ritchie, S., & Chang, M. (2001). *Real time estimation of freeway accident likelihood*. Paper presented at the The 80th annual meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Olmstead, T. (2001). Freeway management systems and motor vehicle crashes: a case study of Phoenix, Arizona. *Accident Analysis & Prevention*, **33**(4), 433-447.
- Olmstead, T. (2004). The safety benefits of freeway management systems and motorist assistance patrols. *Research in Transportation Economics*, **8**, 285-334.
- Oslo Byplankontor. (1978). *Trafikksaneringen i Skøyen/Oppsal området. En vurdering av trafikksituasjonen før/etter trafikkompleggingen og de endringer som har skjedd*. Rapport 2/1978. Oslo kommune, Byplankontoret, Oslo.
- Outcalt, W. (2001). *Centerline rumble strips*. Colorado Department of Transportation Research Branch: Report CDOT-DTD-R-2001-8.
- Øvstedal, L. (1996). *Trafikksanering i utbygde områder*. In: Miljøhåndboken, Del I, 219-232 (Kolbenstvedt, M., H. Silborn and T. Solheim, eds) Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Owens, R. D. (1967). Effect of Rumble Strips at Rural Stop Locations on Traffic Operation. *Highway Research Record*, **170**, 35-55.
- Papageorgiou, M. & Papamichail, I. (2007). *Handbook of ramp metering*. Deliverable D7.5. EURAMP European ramp metering project IST-2002-23110. Contract No 507645.
- Park, Y-J., F. F. Saccomanno (2005). Evaluating factors affecting safety at highway-railway grade crossings. TRB 2005 Annual Meeting CD Rom. Transportation Research Board, Washington D. C.
- Parker, M. R. (1997). Effects of raising and lowering speed limits on selected roadway sections. FHWA.-RD-92-084. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Parsonson, P. S., I. R. Nehmad & M. J. Rosenbaum. (1982). One Way Streets and Reversible Lanes. *Chapter 7 of Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements*. Volume 1. Report FHWA-TS-82-232. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Patel, R. B., Council, F. M., & Griffith, M. S. (2007). Estimating safety benefits of shoulder rumble strips on two-lane rural highways in Minnesota: Empirical Bayes observational before-and-after study. *Transportation Research Record*, **2019**, 205-211.
- Pegrum, B. V., E. R. Lloyd & P. Willett. (1972). Experience with priority roads in the Perth metropolitan area. *ARRB Proceedings*, Volume 6, Part 2, 363-383, 1972. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria.
- Peltola, H. (2000). Seasonally changing speed limits. Effects on speeds and accidents. *Transportation Research Record*, **1734**, 46-51.
- Perez, I. (2006). Safety impact of engineering treatments on undivided rural roads. *Accident Analysis and Prevention*, **38**, 192-200.
- Perez, W.A., Van Aerde, M., Rakha, H. & Robinson, M. (1996). *TravTek evaluation safety study*, Federal Highway Administration Publication no. FWHA-RD-95-188.
- Perfater, M. A. (1983). Motorists' Reaction to Exclusive/Permissive Left-Turn Signal Phasing. *Transportation Research Record*, **926**, 7-12.
- Perrillo, K. (1998). The effectiveness and use of continuous shoulder rumble strips. FHWA Safety Documents. http://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/docs/continuousrumble.pdf
- Perrin, J. (2000). *Effects of variable speed limit signs on driver behaviour during inclement weather*. ITE 2000 Annual Meeting and Exhibit, proceedings, Institute of Transportation Engineers, Nashville, TN, 6-9 August.
- Persaud, B. N., K. Mucsi & A. Ugge, A. (1995) *Development and Application of Microscopic Accident Potential Models to Evaluate the Safety Impact of Freeway Traffic Management Systems*. Paper presented at conference Strategic Highway Research Program and Traffic Safety, September 20-22, 1995. Preprint for sessions 21/9, Prague, The Czech Republic.
- Persaud, B. N., Retting, R. A. & Lyon, C. A. (2004). Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads. *Accident Analysis & Prevention*, **36**(6), 1073-1079.
- Persaud, B., Bahar, G., Mollett, C.J. & Lyon, C. (2004). Safety evaluation of permanent raised snow-plowable pavement markers. *Transportation Research Record*, **1897**, 148-155.
- Persaud, B., Hauer, E., Retting, R. et al. (1997). Crash reductions related to traffic signal removal in Philadelphia. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 803-810.
- Persaud, B., Retting, R.A. & Lyon, C. (2004). Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 1073-1079.
- Pesti, G., Wiles, P., Cheu, R. L. K., Songchitrukka, P., Shelton, J., & Cooner, S. (2008). *Traffic control strategies for Congested freeways and work zones*. Report FHWA/TX-08/0-5326-2. Texas Transportation Institute.
- Pfefer, R.C., Sorton, A., Fegan, J. C. & Rosenbaum, M. J. (1982). *Bicycle Ways. Chapter 15 of Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements*. Report FHWA-TS-82-233. Washington DC, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Offices of Research, Development and Technology.
- Pilli-Sihvola, Y. & Rama, P. (1997). *Speed Limits*. ITS International (November/December 1997).
- Piotrowicz, G. & Robinson, J. (1995). *Ramp metering status in North America 1995 update*. Report DOT-T-85-17. Federal Highway Administration, US DOT, Washington D.C.

- Planovergangsutvalget. (1970). *Innstilling fra utvalg til vurdering av sikkerhetsforholdene ved planoverganger*. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Poch, M., & Mannering, F. (1996). Negative binomial analysis of intersection-accident frequencies. *Journal of Transportation Engineering*, **122**(2), 105-113.
- Polus, A. & Katz, A. (1978). An analysis of nighttime pedestrian accidents at specially illuminated crosswalks. *Accident Analysis and Prevention*, **10**, 223-228.
- Polus, A. (1985). Driver behaviour and accident records at unsignalized urban intersections. *Accident Analysis and Prevention*, **17**, 25-32.
- Porter, R. J., Donnell, E. T. & Mahoney, K. M. (2004). Evaluation of effects of centerline rumble strips on lateral vehicle placement and speed. *Transportation Research Record*, **1862**, 10-16.
- Pratt, M. P., Miles, J. D. & Carlson, P. J. (2006). Evaluation of operational impacts of installation of centerline and edge line rumble strips. *Transportation Research Record*, **1973**, 80-88.
- Preusser, D. F., Leaf, W.A., DeBartolo, K.B. et al. (1982). The Effect of Right-Turn-on-Red on Pedestrian and Bicyclist Accidents. *Journal of Safety Research*, **13**, 45-55.
- Priyantha Wedagama, D. M., Bird, R. N., & Metcalfe, A. V. (2006). The influence of urban land-use on non-motorised transport casualties. *Accident Analysis & Prevention*, **38**(6), 1049-1057.
- Pucher, J., Dill, J. og Handy, S. (2009). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review, *Preventive Medicine*, **50**(1), 106-125.
- Quimby, Allan og Castle, James (2006). *A review of simplified Streetscape Schemes*, Report PPR292, TRL Limited.
- Rafferty, P. C. (2008). *An economic evaluation of ramp metering benefits*. Paper presented at the 15th World Congress on Intelligent Transport Systems and ITS America's 2008 Annual Meeting.
- Ragnarsson, R. S., & Björgvinsson, T. (1991). Effects of public posting on driving speed in Icelandic traffic. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **24**, 53-58.
- Ragnøy, A. & M. Eikanger. (1983). *Reversible kjørefelt. En litteraturstudie*. TØI-notat 652. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A. (1994). *Modell for beregning av kjøretøyers drivstoff-forbruk*. Arbeidsdokument TST/0591/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A. (2004). Endring av fartsgrenser. Effekt på kjørefart og ulykker. Rapport 729. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A., P. Christensen, Elvik, R. (2002). *Skadegradstetthet. Et nytt mål på hvor farlig en vegstrekning er*. Rapport 618. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A., T. Vaa & R. H. Nilsen. (1990). *Skilting i Norge. Resultater fra registrering og evaluering av 8 vegstrekninger i Østland-sområdet*. TØI-notat 945. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Rämä, P. & Kulmala, R. (2000). Effects of variable message signs for slippery road conditions on driving speeds and headways. *Transportation Research Part F*, **3**, 85-94.
- Rämä, P. & Schirokoff, A. (2003). *Effects of weather controlled variable speed limits on injury accidents*. Paper presented at the ITS in Europe, 24-26 May2004, Budapest.
- Rämä, P., Raitio, J., Anttila, V., & Schirokoff, A. (2001). *Effects of weather controlled speed limits on driver behaviour on a two-lane road*. Proceedings of Traffic safety on three continents, International Conference. Moscow 19-21 September 2001: TRB, CSIR, VTI.
- Ramsy, E. & Luk, J. (1997). *Route choice under two Australian travel information systems*. ARRB Research Report ARR 312.
- Rasmussen, H. (1990). *Barrierevirkninger av vegtrafikk. Litteraturgjennomgang og resultater fra en undersøkelse i Vålerenga/Gamlebyen i Oslo*. TØI-notat 933. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Rauhala, V. (1980). *Vegstengninger - tungtransportforbud*. In: Trafikksanering - aktuelle tiltak, 62-73. NVF-rapport 11:1980 (Muskaug, R ed). Nordisk Vegteknisk Forbund (NVF), Utvalg 52 Trafikksikkerhet, Oslo.
- Rayner, D. S. (1975). Some safety considerations in the conversion of Zebra crossings to Pelican crossings. *Traffic Engineering and Control*, **16**, 123-124.
- Reid, Stuart, Kocak, Nazan og Hunt, Laura (2009). *DtF Shared Space project – Styage 1: Appraisal of shared Space*, mvaconsultancy, London.
- Retting, R.A., Chapline, J.F. & Williams, A.F. (2002). Changes in crash risk following re-timing of traffic signal change intervals. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 215-220.
- Richards, A. (2000). *VMS in Southampton: A case study*. Proceedings of the 7th World Congress on Intelligent Transport Systems, Italy: Turin, 6-9 Nov.
- Richter, E. D., P. Barach, L. Friedman, S. Krikler & A. Israeli (2004). Raised speed limits, speed spillover, case-fatality rates, and road deaths in Israel: a 5-year follow-up. *American Journal of Public Health*, **94**, 568-574.
- Ricker, E.R., Banks, J.F., Brenner, R. et al. (1977). *Evaluation of Highway Safety Program Standards Within the Purview of the Federal Highway Administration - Final report*. Report DOT-FH-11-9129. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Riemersma, J. B. J. & R. M. M. Sijmonsma. (1979). *Effecten van het instellen van eenrichtingverkeer op de verkeersveiligheid in woonwijken*. Rapport no IZF 1978-C19u. Studiecentrum Verkeerstechneik, Haag.
- Rijkswaterstaat dienst verkeerskunde. (1989). *Evaluatie snelheidslimieten. 1 jaar na invoering van nieuw limietenstelsel op autosnelwegen*. ministerie van verkeer en waterstaat, Rotterdam.

- Robinson M. (2000). *Examples of Variable Speed Limit Applications*, Speed Management Workshop Notes, 79th Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Rock, S. M. (1995). Impact of the 65 mph speed limit on accidents, deaths, and injuries in Illinois. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 207-214.
- Rodier, C. & Johnston, R. (1999). *A comparison of high occupancy vehicle, high occupancy toll, and truck-only lanes in the Sacramento region*. The University of California Transportation Center, UCTC No. 422. <http://www.uctc.net/research/papers/422.pdf> accessed Feb. 2, 2010.
- Roqué, G. M., & Roberts, M. C. (1989). A replication of the use of public posting in traffic speed control. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **22**, 325-330.
- Rosbach, O. (1984). Kantlinjer forbedrer både bilisters og cyklisters sikkerhed. Særtryk fra *Dansk Vejtidskrift*, **10**.
- Rosenbaum, M. J. (1983). A Review of Research Related to the Safety of STOP Versus YIELD Sign Traffic Control. *Public Roads*, **47**, 3, 77-83.
- Roskilde kommune (2004). *Sikring av modstrøms cykelruter i ensrettede gader (Rådighedsplan 2000)* Hastighedszone – 30 km/t, Teknisk Forvaltning, Park og Vejafdelingen, februar.
- Roszbach, B. (1990). *Safety on motorways*. Third European Workshop on Recent Developments in Road Safety Research April 26-27, 1990. VTI rapport nr 366A. Väg- och Trafikinstitutet, Linköping.
- Roth, W. J. (1970). Interchange Ramp Color Delineation and Marking Study. *Highway Research Record*, **325**, 36-50.
- Rothengatter, T., Carbonell-Vaya, E., de Ward, D., & Brookhuis, K.A. (1997). On the measurement of driver mental workload. In J.A. Rothengatter & E. Carbonell Vaya (Eds.), *Traffic and Transport Psychology. Theory and application* (161-171). Oxford: Pergamon.
- Rumar, K. (1985). *The role of perceptual and cognitive filters in observed behaviour*. In: Human behavior and traffic safety. (Evans, L. and R. C. Schwing eds.) Plenum Press, New York, NY.
- Russel, E.R. & Rys, M.J. (2005). *Centerline rumble strips – A synthesis of highway practice*. Washington: NCHRP Synthesis 339.
- Rutherford, G. S., R. L. McLaughlin & E. VonBorstel. (1985). Traffic Circles for Residential Intersection Control: A Comparison with Yield Signs Based on Seattle's Experience. *Transportation Research Record* **1010**, 65-68.
- Ryley, T. J. og Davies, D. G. (1998). *Further developments in the design of contra-flow cycling schemes*, TRL Rapport 358, Transport Research Laboratory.
- Saccomanno, F. F., P. Y-J. Park & L. Fu (2007). Estimating countermeasure effects for reducing collisions at highway-railway grade crossings. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 406-416.
- Saccomanno, F. F., X. Lai (2005). Model for evaluating countermeasures at highway-railway grade crossings. *TRB 2005 Annual Meeting CD Rom*. Transportation Research Board, Washington D. C.
- Safety of High-Occupancy Vehicle Lanes Without Physical Separation* (1989). 115 C.F.R.
- Sagberg, F. & Elvik, R. (1994). *Sporvogners uhellsrisiko. Rapport fra et forprosjekt*. Arbeidsdokument TST/0571/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sagberg, F. & I-A. Sætermo. (1997). *Trafikksikkerhet for sporvogn i Oslo*. TØI-rapport 367. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sagberg, F. (2003). *Påvirkning av bilførere gjennom utforming av vegsystemet*. TØI rapport 648/2003. Oslo. Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F. (2007). *Virkning av utvidet midtoppmerking på kjørefart og sideplassering*. TØI-rapport 884/2007. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sakshaug, K. & Dimmen H. P. (1997). *Effekt på trafikantatferd av automatisk rødlyskontroll*. Rapport STF63 A96616. Trondheim, SINTEF Bygg- og miljøteknikk, Samferdsel.
- Sakshaug, K. (1986). *Fartsgrenseundersøkelsen 1985. Detaljerte resultater fra fartsdelen og ulykkesdelen*. Notat 535/86 og 536/86. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Salusjärvi, M. (1981). *The speed limit experiments on Public Roads in Finland*. Publications 7/1981. The Technical Research Centre of Finland, Espoo.
- Salusjärvi, M. (1982) *Hvordan fartsgrenseendringene har innvirket på fart og ulykker*. SINTEF avd.63 Samferdselsteknikk, 1982 (Oppdragsrapport 74 november 1982) Trondheim.
- Samferdselsdepartementet (2008-2009). *Stortingsmelding 16. Nasjonal Transportplan 2010-2019*.
- Samferdselsdepartementet (2009). *Nasjonal transportplan 2010-2019*, st. meld nr. 16, Det kongelige Samferdselsdepartement, mars 2009.
- Samferdselsdepartementet. (1978). *Stortingsmelding 72, 1977-78. Om fart og fartsgrenser*. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Samferdselsdepartementet. (1981). *Stortingsmelding 80, 1980-81. Om Norsk Vegplan 1982-85*. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Sammer, G. (1994). *General 30 kph speed limit in the city. The results of a model project in the city of Graz*. Proceedings of the third international conference on safety and the environment in the 21st century, November 7-10, Tel-Aviv, Israel.
- Sandefjord kommune (2011). *Sykkelhandlingsplan Sandefjord kommune 2011-2014*, sykkelbyen Sandefjord.
- Sandelien, B. (1978). *Avkjørselsregulering. Innlegg på seminar om fysisk planlegging og trafikktekniske tiltak*. Steinkjer 16-17.2. 1978. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Sawhill, R. B. & D. R. Neuzil. (1963). Accidents and Operational Characteristics on Arterial Streets with Two-Way Median Left-Turn Lanes. *Highway Research Record*, **31**, 20-56.
- Sayed, T., deLeur, P. & Pump, J. E. (2010). *Impact of Rumble Strips on Collision Reduction on Highways in British Columbia: Comprehensive Before-and-After Safety Study*, Transportation Research Board 89th Annual Meeting.

- Scaramuzza, G. & Cavegn, M. (2006). *Geisterfabrer - unfallgeschehen - interventionen*. bfu-Pilotstudie R 0605. Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu.
- Schioldborg, P. (1979). *Fotgjenger og bilfører - to forskjellige verdener?* Universitetet i Oslo, Psykologisk institutt, Oslo.
- Schlabbach, K., Scharffetter, J., Lauer, P. & Guttenberger, W. (1984). Vorher-/Nachheruntersuchung verkehrabhängig betriebener Knotenpunkte in Darmstadt. *Strassenverkehrstechnik*, **Heft 2**, 49-56.
- Schmutz, J-P. (1977). Der Einfluss von Lichtsignalanlagen bei einzelnstehenden Fussgängerstreifen auf das Unfallgeschehen. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* **23**, (2), 72.
- Schnüll, R. & J. Lange. (1992). Speed reduction on through roads in Nordrhein-Westfalen. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 67-74.
- Schnüll, R., W. Haller & H. Von Lübke. (1992). *Sicherheitsanliegen bei der umgestaltung von knotenpunkten in Städten*. Forschungsbericht 253. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Schoppert, D. W. & D. W. Hoyt. (1968). *Factors influencing safety at highway-rail grade crossings*. National Cooperative Highway Research Program Report 50. Highway Research Board, Washington DC.
- Schulte, W. R. (1976). Effectiveness of Automatic Warning Devices in Reducing Accidents at-grade Crossings. *Transportation Research Record*, **611**, 49-57.
- Schultz, T. G., W. D. Berg & J. C. Oppenlander. (1969). Evaluation of Rail-Highway Grade Crossing Protection in Rural Areas. *Highway Research Record*, **325**, 14-23.
- Schumann, J. (2003). Post-mounted delineators and perception cues for long-ranged guidance during night driving. *Accident Reconstruction Journal*, **14**, 44.48.
- Scott, P. P. & A. J. Barton. (1976). *The effects on road accident rates of the fuel shortage of November 1973 and consequent legislation*. TRRL Supplementary Report 236. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Seim, R. (1994). *Analyse av kryssulykker i Akershus fylke 1990-93*. Hovedoppgave i samferdselsteknikk, høsten 1994. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Senneset, G. & E. Skjetne. (1982). *Samkjørte signalanlegg*. Oppdragsrapport 66. Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Shah, V. P., & Wunderlich, K. (2001). *Detroit freeway corridor ITS evaluation*. McLean. Virginia: Mitrek Systems.
- Shared space (2005). *Shared Space – Plads til alle – En ny vision for det offentlige rum*, www.shared-space.org.
- Shared space (2008). *Shared Space – Final Evaluation and Results – It takes Shared Space to Create shared understanding*, www.shared-space.org.
- Shared space (2008a). *Shared Space – From project to process – A task for everybody*, www.shared-space.org.
- Shebeeb, O. (1995) Safety and Efficiency for Exclusive Left-Turn Lanes at Signalized Intersections. *ITE-Journal*, **July**, 52-59.
- Short, M. S., G. A. Woelfl and C-J. Chang. (1982). Effects of traffic signal installation on accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 135-145.
- Sidhu, C. S. (1990). Preliminary Assessment of the Increased Speed Limit on Rural Interstate Highways in Illinois. *Transportation Research Record*, **1281**, 78-83.
- Sisiopiku, V.P. (2001). *Variable speed control: technologies and practice*. Proceedings of the 11th Annual Meeting of ITS America, 2001.
- Skedsmo, A. & Hagman, R. (2006). *Miljøavgifter i lavutslippssone (Emission charges in a low emission zones)*. TØI report 848/2006. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Skölvling, H. (1979). *Bussgållplatser på landsbygd och vid högklassiga trafikleder. Motiv till utformning och placering*. Kunskapsläge 1979-04. Meddelande TU 1979:3. Statens Vägverk, Utvecklingssektionen, Borlänge.
- Sliogeris, J. (1992). *110 Kilometre Per Hour Speed Limit - Evaluation of Road Safety Effects*. Report No: GR 92 – 8. VIC ROADS, Road and Environment Safety, Road Safety Division, Carlton/Australia.
- Smith, E., B., & Ivan, J., N. (2005). Evaluation of safety benefits and potential crash migration due to shoulder rumble strip installation on Connecticut freeways. *Transportation Research Record*, **1908**, 104-113.
- Smith, R. N. (1990). *Accidents before and after the 65 MPH speed limit in California*. California Department of Transportation Business, Transportation and Housing Agency/Division of Traffic Operations, Sacramento.
- Solberg, P. (1986A). *Miljøprioritert veg i Rosendal*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Solberg, P. (1986B). *Parkeeringsforhold i norske kommuner - en oversikt - forprosjekt om parkering*. TØI-notat nr 795. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sørensen, M og Mosslemi, M. (2009). *Subjective and Objective Safety - The Effect of Road Safety Measures on Subjective safety among Vulnerable Road Users*, TØI rapport 1009/2009, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sørensen, M. (2011). *Gangveger, fortau og gangfelt, Tiltaks katalogen for Transport, Miljø og Klima*, www.toi.no.
- Sørensen, M.W.J. (2011). Spøkelsesbilister i rundkjøringen. *Samferdsel*, **50(6)**, 16-17. <http://samferdsel.toi.no/article30603-1273.html>.
- Sørensen, Michael (2009). *Kryssløsning i by – Internasjonale anbefalinger for å sikre miljøvennlig bytransport*, TØI rapport 1004/2009, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sørensen, Michael (2009a). Sykkelvevnlige kryss u byer: kolliderende hensyn. *Samferdsel*, **3**, 14-15.
- Southern_California_Association_of_Governments (2004). *Regional high occupancy vehicle lane performance study*. http://www.howworld.com/publications_assets/HOVStudy_Final1104.pdf.

- Spolander, K. (1983). *Bilförarens olyckerisker - en modell testad på män och kvinnor*. VTI-rapport 260. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Stabæk, K. (1982). *Trafikksanering. Forhold som påvirker effektiviteten i slik planlegging og forslag til endringer*. TØI-notat 607. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Stamatiadis, N. & K. R. Agent. (1997). Guidelines for left-turn phasing at signalized intersections. *Paper presented at the Conference Traffic Safety on Two Continents*, Lisbon, Portugal, September 22-24, Lisbon, Portugal.
- Statens Vägverk. (1981). *Olycksreducerande åtgärder i tätort. En före/efter studie*. PP-meddelande 19. Statens vägverk, Sektionen för planeringsunderlag, Borlänge.
- Statens vegvesen (1993). *Normaler. Håndbok 017. Veg- og gateutforming*. Oslo, Statens vegvesen.
- Statens Vegvesen (2001). *Håndbok 049 Vegoppmerking*. http://www.vegvesen.no/_attachment/69741/binary/34129.
- Statens vegvesen (2003). *Fra riksveg til gate. Evaluering av 16 miljøgateprosjekter*. Oslo, Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2003. MISA 02/2003.
- Statens vegvesen (2004). *Håndbok 072. Veiledning. Fartsdempende tiltak. Del 1, fysiske tiltak*. Høringsutkast 10.9.2004. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen (2006a). *Fartsdempende tiltak. Veiledning. Håndbok 072*. Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/61426/binary/14133.
- Statens vegvesen (2006b). *Konsekvensanalyser. Veiledning. Håndbok 140*, Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/61437/binary/14144.
- Statens vegvesen (2007). *Analyse av ulykkessteder. Veiledning, Håndbok 115*. Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/61433/binary/14140
- Statens vegvesen (2007). *Håndbok 048 Trafikksignalanlegg Normaler*.
- Statens Vegvesen (2007). *Håndbok 048 trafikksignalanlegg*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens Vegvesen (2007). *Håndbok 270 Gangfeltkriterier*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens vegvesen (2007). *Normaler. Håndbok 050. Trafikkskilt. Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming (skiltnormal)*. Foreløpig utgave. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen (2007). *Trafikkskilt - Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming (skiltnormal) – foreløpig utgave – del 1 og del 2– Håndbok 050*, Oslo
- Statens Vegvesen (2008). *Håndbok 017 Veg- og gateutforming*. <http://www.vegvesen.no/binary?id=14121>.
- Statens vegvesen (2008a). *Veg- og gateutforming. Normaler, Håndbok 017*. Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/61414/binary/14121.
- Statens vegvesen (2008b). *Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. Veiledning, Håndbok 263*, Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/75045/binary/47889
- Statens vegvesen (2009). *Håndbok 050. Normaler. Trafikkskilt (Skiltnormaler)*. Oslo, Statens vegvesen.
- Statens vegvesen (2009). *Trafikkskilt – del 3 Forbudsskilt, påbudsskilt, opplysningskilt og skilt med trafikksikkerhetsinformasjon, Håndbok 050, Normaler*, Vegdirektoratet, Trafikksikkerhetsseksjonen 2009, Oslo.
- Statens vegvesen (2009A). *Dybdeanalyser Av dødsulykker I Vegtrafikken 2005-2008 - Med Særlig Fokus På 2008*.
- Statens Vegvesen (2009A). *Håndbok 050 Skiltnormal*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens vegvesen (2009a). *Trafikkskilt. Normaler. Håndbok 050*, Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/69062/binary/218143.
- Statens Vegvesen (2009B). *Håndbok 232 Tilrettelegging for kollektivtransport på veg*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens vegvesen (2009b). *Tilrettelegging for kollektivtransport på veg. Veiledning, Håndbok 232*, Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/61485/binary/236271
- Statens vegvesen (2009C). *Håndbok 050 Skiltnormal*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.
- Statens vegvesen (2010). *Kjøring mot kjøreretningen - KMK. Rapport*. Rambøll, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Politiet.
- Statens vegvesen (2011a). *Trafikksikkerhetsutstyr – Tekniske krav, Retningslinjer. Håndbok 062*, Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/61425/binary/371817.
- Statens vegvesen (2011b). *Universell utforming av veier og gater. Veiledning, Håndbok 278*, Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/_attachment/118984/binary/386085
- Statens vegvesen (2014A). *Håndbok V128. Fartsdempende tiltak*. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2014B). *Håndbok N100. Veg- og gateutforming. Normal*. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet (2008). *Håndbok 017. Vegutforming*. Oslo, Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet (2009). *Håndbok 050. Skiltnormaler*. Oslo, Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (1985). *Veiledning. Fartsdempende tiltak i boligområder*. Håndbok 072. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen. (1987) *Håndbok 050. Normaler. Skiltnormaler. Tekniske bestemmelser og retningslinjer for offentlige trafikkskilt, vegoppmerking og trafikklýssignaler*. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen. (1993). *Håndbok-017. Normaler. Veg- og gateutforming*. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen. (2001). *Håndbok 049 Vegoppmerking*. http://www.vegvesen.no/_attachment/69741/binary/34129.
- Statens vegvesen. (2003). *Håndbok 111 Drift og vedlikehold*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61430/binary/14137.
- Statens vegvesen. (2004). *Tilstandsundersøkelser 2003*. TS 02-2004. Oslo, Statens vegvesen.

- Statens vegvesen. (2005). *Håndbok 222 Trafikksikkerhetsrevisjoner og -inspeksjoner*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61482/binary/14189.
- Statens vegvesen. (2008). *Håndbok-017. Normaler. Veg- og gateutforming*. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen. (2008). *Veg- og gateutforming. Håndbok 017*. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen. (2008A). *Håndbok 017. Veg- og gateutforming. Normal*. Oslo, Statens vegvesen.
- Statens vegvesen. (2008B). *Håndbok 263. Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. Veileder*. Oslo, Statens vegvesen
- Statens vegvesen. (2009). *Håndbok 050 Skiltnormal*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publicasjoner/Handboker>.
- Statens vegvesen. (2009). *Håndbok 050. Normaler. Trafikkskilt (Skiltnormaler)*. Statens vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen. (2009A). *Håndbok 050. Trafikkskilt (Skiltnormaler). Normal*. Oslo, Statens vegvesen.
- Statens vegvesen. (2009B). *Tilstandsundersøkelsen 2008. TS 2009:2*. Oslo, Statens vegvesen.
- Statens Vegvesen. (2011). *Its på veg*. Statens vegvesen.
- StatensVegvesen. (2003). *Håndbok 111 Drift ogvedlikehold*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61430/binary/14137.
- StatensVegvesen. (2005). *Håndbok 222 Trafikksikkerhetsrevisjonerog -inspeksjoner*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61482/binary/14189.
- StatensVegvesen. (2008). *Håndbok 017 Veg- og gateutforming*. <http://www.vegvesen.no/binary?id=14121>.
- StatensVegvesen. (2009). *Håndbok 050 Skiltnormal*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publicasjoner/Handboker>.
- Statistisk sentralbyrå. (1982). *Arealbruksstatistikk for tettsteder. NOS B 333*. Oslo-Kongsvinger.
- Steinoff, C., Kates, R., Keller, H., Färber, B. & Färber, B. (2002). *Problematik präventiver Schaltungen von Streckenbeeinflussungsanlagen*. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 853. Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.
- Steinoff, C., Keller, H., Kates, R., Färber, B. & Färber, B. (2000). *Driver Perceptions and the Effectiveness of Preventative Traffic Management Strategies*. Proceedings of the 7th World Congress on Intelligent Systems, Turin, Italy, 6-9 November, 2000.
- Stemley, J. J. (1998). One-Way Streets Provide Superior Safety and Convenience, *ITE journal*, **august**, 47-50.
- Stewart, D. (1988). Pedestrian guardrails and accidents. *Traffic Engineering and Control*, **29**, 450-455.
- Stigre, S. A. (1991). *Forkjørsregulering av overordnet vegnett i Hamar. Effektundersøkelse*. Utarbeidet for Statens vegvesen Hedmark. Rykkinn.
- Stigre, S. A. (1993). *Forkjørsregulering av overordnet vegnett i Bærum. Effektundersøkelse*. Utarbeidet for statens vegvesen Akershus. Rykkinn.
- Stimpson, W. A., H. W. McGee & W. K. Kittelson. (1977). *Field Evaluation of Selected Delineation Treatments on Two-Lane Rural Highways. Final Report*. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Offices of Research and Development, Washington DC.
- Stølan, A. (1988). *Erfaringer med trafikksaneringer og sammenhengende gang- og sykkelveger*. Oslo, Asplan Samferdsel, 1988. Utgitt av Samferdselsdepartementet, Miljøverndepartementet, Kommunal- og arbeidsdepartementet og Vegdirektoratet. Oslo, Asplan Samferdsel, Oslo.
- Stoneman, B. (1992). *The effects of dynamic route guidance in London*. Research Report 348. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Stoop, J. (1994). *Evaluatie proef mistdetectie - en waarschuwingssysteem op de A16 (Evaluation of an experimental fog detection and warning system on the A16)*. Technische Universiteit Delft, Vaktgroep Veiligheidskunde.
- Sullivan, E. C. & N. Devadoss. (1993). High-Occupancy Vehicle Facility Safety in California. *Transportation Research Record*, **1394**, 49-58.
- Sullivan, E.C. (1990). Estimating accident benefits of reduced freeway congestion. *Journal of Transportation Engineering*, **116**, 167-180.
- Summala, H., Karola, J., Radun, I. & Couyoumdjian, A. (2003). *Kohtaamisonnettomuudet päätieverkolla – kebitys ja syyt (Möteulykker på hovedveger)*. Helsinki: Tiehallinnon Selvityksiä 43/2003.
- Summersgill, I. & R. E. Layfield. (1996). *Non-junction accidents on urban single-carriageway roads*. TRL Report 183. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Sumner, R. & C. Baguley. (1979a). *Speed control humps in Kensington and Glasgow*. TRRL Supplementary Report 456. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Sumner, R. & C. Baguley. (1979b). *Speed control humps on residential roads*. TRRL Laboratory Report 878. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Sumner, R. & J. Shippey. (1977). *The use of rumble areas to alert drivers*. TRRL Laboratory Report 800. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Svensson, T. (2001). *Konsekvenser av restriktioner för biltrafik i städer – en förstudie*, VTI notat 40-2001, Väg- och transportforskningsinstitutet.
- Swinburne, Graeme (2006). *Report on Road Safety in Kensington High Street, Transportation & Highways*, Royal Borough of Kensington & Chelsea, London.
- SWOV (Hrsg.) (2005). *Fact sheet - Wrong-way driving*. Leidschendam.
- Tamburri, T. N., Hammer, C. J., Glennon, J. C. & Lew, A. (1968). Elevation of Minor Improvements. *Highway Research Record*, **257**, 34-139.
- Tanaboriboon, Y. & S. Toonim. (1983). Impact Study of Bus Lanes in Bangkok. *Journal of Transportation Engineering*, **109**, 247-256.

- Tarry S., Pyne, M. (2004). *UK- M8 Motorway Ramp Metering (TABASCO project)*, TEMPO-secretariat, European Commission, Directorate General Energy and Transport.
- Tarry, S. & Pyne, M. (2003). *2UK- M90 COMPANION Hazard Warning System (Tabasco project & subsequent Scottish Executive research)*. Faber Maunsell, European Commission – DG Energy and Transport.
- Tay, R. & De Barros, A. (2010). Effectiveness of Road Safety Messages on Variable Message Signs. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, **10**(3), 18-23.
- Taylor, W. C. & T. J. Foody. (1966) Ohio's Curve Delineation Program - An Analysis. *Traffic Engineering*, **June**, 41-45.
- Tebbe, H. (1994). *Fahrradstrasse am Hechenberg*. Ergebnisse einer Begleituntersuchung. Amt für Verkehrswesen, Stadt Mainz.
- Thakkar, J. S. (1984). Study of the Effect of Two-Way Left-Turn Lanes on Traffic Accidents. *Transportation Research Record*, **960**, 27-33.
- The California Department of Transportation (1989). Reversible Lanes on Freeways. The Senate Transportation Committee, California.
- Thomas, I. L. (1958). Pavement Edge Lines on Twenty-Four Foot Surfaces in Louisiana. *Highway Research Board Bulletin*, **178**, 12-20.
- Thomas, R. B. (1965). *Results Accomplished by the Use of the Grade Crossing Protection Fund Established by the Illinois Legislature Beginning September 1, 1955, and Administered by the Illinois Commerce Commission*. Chicago, Illinois Commerce Commission, 1965 (sitert etter Schoppert og Hoyt 1968). Chicago.
- Toft Wendelboe, J. (2003). *Traffic Management applications on the Køge bugt motorway*, Denmark, TEMPO-secretariat, European Commission, Directorate General Energy and Transport.
- Tor, J.S. & Bjarte, S. (2011). *Lynkurs i veg- og gateutforming*. http://www.vegvesen.no/_attachment/244410/binary/448285
- Törnros, J. (1995). Effect of driving speed on reaction time during motorway driving. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 435-442.
- Trafiksäkerhetsverket. (1988). *Två- och fyrvägsstopp. Del 2. Fortsatta försök i Malmö*. Trafiksäkerhetsverket, Trafikbyrån, PM 1988:2. Borlänge.
- Trivector, A.B. (1997). Utvärdering av miljözön i Stockholm, Göteborg och Malmö. På uppdrag av Stockholms stad, Gatutekniska kontoret, Trafikkontoret Göteborgs stad och Gatutekniska kontoret Malmö.
- Tyréns (2007). *Trafiksäkerhet vid shared space*, desember 2007.
- UK Highways Agency (2004). *M25 Controlled Motorways: Summary Report. Issue 1*.
- Ulfarsson, G.F. (1997). *Modelling highway free-flow mean speed and deviation in a simulator study*. Unpublished M.S. Thesis, University of Washington, USA (quoted from Ulfarsson et al., 2005).
- Ulfarsson, G.F., Shankar, V.N. & Vu, P. (2005). The effect of variable message and speed limit signs on mean speeds and speed deviations. *Automotive and Transportation Systems*, **1**, 69-87.
- Ullman, G. L. & C. L. Dudek (1987). Effects of reduced speed limits in rapidly developing urban fringe areas. *Transportation Research Record*, **1114**, 45-53.
- Upchurch, J. (1989). Arizona's Experience with the 65-mph Speed Limit. *Transportation Research Record*, **1244**, 1-6.
- Upchurch, J. E. (1975). Reversible Flow on a Six Lane Urban Arterial. *Traffic Engineering* (now ITE-Journal), December, 11-14.
- US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. (1989). *The Effect of the 65 mph Speed Limit during 1987. A Report to Congress*. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- US DOT (1996). *Intelligent transportation infrastructure benefits: Expected and experienced. Operation TimeSaver*. Washington: US Department of Transportation.
- Vaa, T. & S. Johannessen. (1978). *Ulykkesfrekvenser i kryss. En landsomfattende undersøkelse av ulykkesforholdene i 803 kryss i perioden januar 1970 - juni 1976*. Oppdragsrapport 22. Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Vaa, T. (1993). *Personskader og risiko ved bussreiser. Personskadeantall og risiko ved «dør-til-dør»-reiser der buss inngår som transportmiddel i reisekjeden. Reviderte beregninger*. Rapport 160. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaa, T. (1993). *Politiets trafikkontroller: Virkning på atferd og ulykker. En litteraturstudie*. TØL-Report nr 204/1993. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Vaa, T., Beilinson, L.; Helters, G. et al. (1990). *Registrering av faktisk skiltbruk i Norden. Resultater fra registrering og evaluering av 32 vegstreknings i Danmark, Finland, Norge og Sverige*. Rapport 69. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaa, T., Gelau, C., Penttinen, M. & Spyropoulou, I. (2006). *ITS and effects on road traffic accidents – State of the art*. Paper presented at the 13th World Congress on ITS, London, 9th oct. 2006.
- Vaa, T., P. Christensen & A. Ragnøy, A. (1994). *Fartsvinsningstavl i Vestfold: Virkning på fart*. Rapport 284. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaa, T.; Johannessen, S. (1978). *Ulykkesfrekvenser i kryss. En landsomfattende undersøkelse av ulykkesforholdene i 803 kryss i perioden januar 1970 - juni 1976*. Oppdragsrapport 22. Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk.
- Værø, H. (1992). *Effekt af sortpletbekæmpelse i Hillerød*. Vejdirektoratet, Trafiksikkerhedsafdelingen, København.
- Vägverket (2003). *ITS Effektsamband. Uppdatering av Effektsamband 2000 med avseende på ITS*, Publikation 2003:193, Borlänge: Vägverket.
- Vägverket (2005). *RDS-TMC i Europa*. Borlänge: Vägverket.

- Vägverket. (1997). *Nollvisionen, fördjupning*. Vägverket, Borlänge. Text located at <http://www.vv.se/ts/nollvisn.htm>.
- Van Belle, G., D. Meeter & W. Farr. (1975). Influencing factors for railroad-highway grade crossing accidents in Florida. *Accident Analysis and Prevention*, **7**, 103-112.
- Van den Hoogen, E., & Smulders, S. (1994). *Control by variable speed signs: results of the Dutch experiment*. Institute of Electrical Engineers IEE, 1994, 145-149.
- Van der Horst, R.; Wilmink, A. (1986). Drivers' decision-making at signalized intersections: an optimisation of the yellow timing. *Traffic Engineering and Control*, **27**, 615-622.
- Van der Velde, R. R. og Bos, E (2008). *Shared Space Haren – evaluatie en integratie*, Grontmij, Haren.
- Van Houten, R. & P. Nau. (1981). A comparison of the effects of posted feedback and increased police surveillance on highway speeding. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **14**, 261-271.
- Van Houten, R., & Nau, P. A. (1983). Feedback interventions and driving speed: a parametric and comparative analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **16**, 253-281.
- Van Houten, R., L. Malenfant & A. Rolider. (1985). Increasing driver yielding and pedestrian signaling with prompting, feedback and enforcement. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **18**, 103-110.
- Van Houten, R., Nau, P. & Marini, Z. (1980). An analysis of public posting in reducing speeding behavior on an urban highway. *Journal of applied Behavior Analysis*, **13**, 383-395.
- Van Schalkwyk, I. & Washington, S. (2008). *Cost effective safety improvements on two-lane rural state roads in Washington State*. Report WA-RD 695.1. Tempe, AZ: Arizona State University, Department of Civil and Environmental Engineering.
- Varhelyi, A. (1998). Drivers speed behaviour at zebra crossings: A case study. *Accident Analysis and Prevention*, **30**, 731-743.
- Vegdirektoratet (1992). *Statens forurensningstilsyn; Miljøverndepartementet. Sikrere - roligere - renere*. Oversettelse av et tysk informasjonshefte om hvordan miljøprioritert gjennomkjøring bør planlegges for mindre støy og luftforurensing i boligveger og hovedgater. Oslo, Vegdirektoratet, Statens forurensningstilsyn og Miljøverndepartementet.
- Vegdirektoratet (2000). *NA-Rundskriv 00/18*. http://www.vegvesen.no/s/vegdekke/fellesdokOppm2009/Rsk2000-18_Vedlegg.pd.
- Vegdirektoratet; Statens forurensningstilsyn; Miljøverndepartementet. (1992). *Sikrere - roligere - renere*. Oversettelse av et tysk informasjonshefte om hvordan miljøprioritert gjennomkjøring bør planlegges for mindre støy og luftforurensing i boligveger og hovedgater. Vegdirektoratet, Statens forurensningstilsyn og Miljøverndepartementet, Oslo.
- Vejdirektoratet. (1996). *Miljøprioriterte gennemfarer. Effekter i 13 byer*. Foreløbig rapport. Vejdirektoratet, København.
- Vernon, D. D., L. J. Cook, K. J. Peterson & J. M. Dean (2004). Effect of repeal of the national maximum speed limit law on occurrence of crashes, injury crashes, and fatal crashes on Utah highways. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 223-229.
- Virginia Department of Highways and Transportation. (1991). *An Evaluation of the Effectiveness of Rumble Strips*. Traffic and Safety Division Evaluation No 81-5, 1991. (sitert etter Harwood, 1993).
- Vis A. A. D. (1992). Safety effects of 30 km/h zones in the Netherlands. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 75-86.
- Vodahl, S. B. & S. Johannessen. (1977). *Ulykkesfrekvenser i kryss*. Arbeidsnotat nr 7. Resultater av før/etterundersøkelsen. Oppdragsrapport 178. Norges Tekniske Høgskole, Forskningsgruppen, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Vodahl, S. B.; Giæver, T. (1986). *Risiko i vegkryss. Dokumentasjonsrapport*. Rapport STF63 A86011. Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk.
- Vodahl, S.B. & Giæver, T. (1986A). *Risiko i vegkryss. Dokumentasjonsrapport*. Rapport STF63 A86011. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Vodahl, S.B. & Giæver, T. (1986B). *Risiko ved fotgjengerkryssinger*. STF63 A86025. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Vogt, A., & Bared, J. (1998). *Accident models for two-lane rural roads: Segments and intersections*. Report FHWA-RD-98-133.
- Vreugdenhil, J. J. (1976). Traffic management schemes for existing residential street layouts on the grid system. *ARRB Proceedings*, **Volume 8**, Session 6B, 1-19. Australian Road Research Board. Vermont South.
- Wachtel, A. & Lewiston, D. (1994). Risk Factors for Bicycle-Motor Vehicle Collisions at Intersections. *ITE-Journal*, **September**, 30-35.
- Wahlgren, O. (1972). Effect of temporary speed limits on road accidents. *Traffic Engineering and Control*, **13**, 384-387.
- Walker, G. W., Kulash, W. M. og McHugh, B. T. (2003). *Downtown Streets – Are we Strangling Ourselves on One-Way Networks?*, http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec019/Ec019_f2.pdf.
- Walker, R. T. & M. McFetridge. (1989). *Urban safety project: The Bradford scheme*. Contractor Report 190. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Walker, R. T., G. Gardner & M. McFetridge. (1989). *Urban safety project: The Nelson scheme*. Contractor Report 191. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Wallberg, Sari, Stjärnkvist, Anna og Ahlman, Lars (2008). *Shared space – Trafikerum för alla*, Sveriges Kommuner och Landsting och Kommentus Förlag, Stockholm.
- Wang, C., Quddus, M.A. & Ison, S.G: (2009). Impact of traffic congestion on road accidents: A spatial analysis of the M25 motorway in England. *Accident Analysis and Prevention*, **41**, 798-808.
- Ward, H., Cave, J., Morrison, A. et al. (1994). *Pedestrian Activity and Accident Risk*. The AA Foundation for Road Safety Research, Basingstoke, Hampshire.
- Ward, H., Norrie, J.D., Allsop, R.E. & Sang, A.P. (1989a). *Urban safety project: The Sheffield scheme*. Contractor report 134. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Ward, H., Norrie, J.D., Allsop, R.E. & Sang, A.P. (1989b). *Urban safety project: The Reading scheme*. Contractor report 138. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

- Ward, H., Norrie, J.D., Allsop, R.E. & Sang, A.P. (1989c). *Urban safety project: The Bristol scheme*. Contractor report 192. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Watts, G. R. (1973). *Road humps for the control of vehicle speeds*. TRRL Laboratory Report 597. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Webster, D. C & R. E. Layfield. (1993). *An assessment of rumble strips and rumble areas*. TRL Project Report 33. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Webster, D. C. & A. M. Mackie. (1996). *Review of traffic calming schemes in 20 mph zones*. TRL Report 215. Crowthorne, Berkshire, Transport Research Laboratory,
- Webster, D. C. & Layfield, R. E. (2007). *Review of 20 mph zones in London Boroughs*. TRL Published Project Report PPR243 2007.
- Webster, D. C. (1993). *Road humps for controlling vehicle speeds*. TRL Project Report 18. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Welch, T.M. (1999). *The conversion of four lane undivided urban roadways to three lane facilities*. Dallas, Texas: TRB/ITE Urban Street Symposium.
- Wendelboe, J.T. (2003). *Traffic management applications on the Køge Bugt motorway, Denmark*. Report VIKING MIP2002.
- Wennike, F. (1994). Fartdæmpning ved hjælp af afmærkning. *Dansk Vejtidskrift*, **6/7**, 36.
- Westman, K. (1986). *Parkering i innerstaden och olyckskostnader*. VTI-Meddelande nr 460. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Wheeler, A. & M. Taylor. (1995). Reducing speeds in villages: the VISP study. *Traffic Engineering and Control*, **36**, 213-219.
- Wigglesworth, E. C. and C. B. Uber. (1991). An Evaluation of the Railway Level Crossing Boom Barrier Program in Victoria, Australia. *Journal of Safety Research*, **22**, 133-140.
- Wilde, G. J. S., L. J. Cake & M. B. McCarthy. (1976). *An Observational Study of Driver Behaviour at Signalized Railroad Crossings*. Report CIGGT 75-16. Queen's University, Canadian Institute of Guided Ground Transport, Kingston, Ontario.
- Willett, P. (1977). Perth's Experience with Pelican Crossings. *Australian Road Research*, **7**(4), 36-38.
- Williams, A. (1999). Fast times in the HOV lane: Making a case to why HOV lanes are good. *TDM Review*, **7**(2), 11-12.
- Willis, P. A., P. P. Scott & J. W. Barnes. (1984). *Road edgelineing and accidents: an experiment in South-West England*. TRRL Laboratory Report 1117. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Williston, R. M. (1960). Effect of Pavement Edge Markings on Operator Behavior. *Highway Research Board Bulletin*, **266**, 8-27.
- Wilson, D. G. & S. J. Older. (1970). *The effects of installing new zebra-crossings in Rugby and Chelmsford*. RRL Report LR 358. Road Reserach Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Winnett, M.A. & Wheeler, A.H. (2003). *Vehicle-activated signs - a large-scale evaluation*. TRL Report 548. TRL Limited. United Kingdom.
- Wolshon, B. & Lambert L. (2004). *Convertible Roadways and Lanes – A Sythesis of Highway Practice*. NCHRP Sythesis 340, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Wolshon, B. & Lambert L. (2006A). Planning and Operational Practices for Reversible Roadways. *ITE Journal*, **8**, 38-44.
- Wolshon, B. & Lambert L. (2006B). Reversible Lane Systems: Synthesis of Practice. *Journal of Transportation Engineering*, **12**, 933-944.
- Woo, T. H., Ho, S.-M., & Chen, H.-L. (2007). Monitoring Displays Coupled with Speed Cameras: Effectiveness on Speed Reduction. *Transportation Research Record*, **2009**, 30-36.
- Woolley, J., & Dyson, C. (2003). *Further insights into an urban area with lower speed limits: the Unley Case Study*. Road Safety Research, Policing and Education Conference, Sydney, New South Wales, Australia.
- Wretling, P. (2000). *Effekt på antalet skadade och dödade personer av sänkt hastighetsgräns i Region Norr vintrarna 94/95 - 99/00*. VTI notat 74-2000. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Wu, C.-S., Lee, C.E., Machemehl, R.B. & Williams, J. (1982). Effects of Multiple-Point Detectors on Delay and Accidents. *Transportation Research Record*, **881**, 1-9.
- Yagar, S. (1986). *Safety Impacts of Installing Pedestrian Crosswalks*. In: Effectiveness of Highway Safety Improvements, Proceedings of the conference, 137-146 (Carney, J. F. ed). American Society of Civil Engineers, New York, NY.
- Yagar, S., M. Ropret & D. Kaufman. (1987). Migration of accidents and injuries at pedestrian crossovers in Toronto. *Proceedings of seminar D (P291) at PTRC 15th Summer Annual Meeting*, 1987, 179-192.
- Yamanaka, H., Yamaguchi, Y, & Tuchihasi M. (1998). *Effect of area wide traffic calming in Japan: accident and socio-economic studies of Japanese "road-pia" projects in 1980s*. Urban Transport IV: Urban Transport and the Environment for the 21st Century.
- Yee, W. C. K. O. & M. G. H. Bell. (1986). The impact on accidents and driver behaviour of concentric lane-markings in small roundabouts. *Traffic Engineering and Control*, **27**, 255-262.
- Young, T. E. (1967). New Traffic Signals. Their Effect on Street Utilization. In *Highway Research Board, Special Report 93, Improved Street Utilization Through Traffic Engineering*, 84-95. Highway Research Board, Washington DC.
- Young, W., Polak, J. & Axhausen, K. (1990). *Developments in Parking Policy and Management*. Oxford University, Transport Studies Unit. Rees Jeffreys' Discussion Paper 24.
- Zador, P., J. Moshman & L. Marcus. (1982). Adoption of right turn on red: effects on crashes at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 219-234.

- Zaidel, D.M. & I. Hocherman. (1987). Safety of Pedestrian Crossings at Signalized Intersections. *Transportation Research Record*, **1141**, 1-6.
- Zalinger, D. A., B. A. Rogers & H. P. Johri. (1977). Calculation of hazard indices for highway-railway crossings in Canada. *Accident Analysis and Prevention*, **9**, 257-273.
- Zegeer, C. V., Stewart, J. R., Huang, H. H., Lagerwey, P. A., Feaganes, J., & Campbell, B. J. (2005). *Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations*. Report FHWA-HRT-04-100. Chapel Hill, University of North Carolina, Highway Research Center.
- Zegeer, C.V., Opiela, K.S. & Cynecki, M.J. (1982). Effect of Pedestrian Signals and Signal Timing on Pedestrian Accidents. *Transportation Research Record*, **847**, 62-72.
- Zegeer, C.V., Stewart, J.R., Huang, H.H., Lagerwey, P.A., Feaganes, J. & Campbell, B.J. (2005). *Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations: Final report and recommended guidelines*. Report FHWA-HRT-04-100.
- Zegeye, S. K., Schutter, B. D., Hellendoorn, J., & Breunese, E. A. (2010). *Variable speed limits for area-wide reduction of emissions*. Proceedings of the 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2010), Madeira Island, Portugal, pp. 507-512.
- Zheng, Z., Ahna, S. & Monserb, C.M. (2009). Impact of traffic oscillations on freeway crash occurrences. *Accident Analysis and Prevention*, **42**, 626-636.

4.1 REQUISITOS PARA A PROFUNDIDADE DO SULCO DOS PNEUS

O capítulo foi revisado em 2011 por Juned Akhtar (TØI)

Problema e finalidades

No período de 2001 a 2009, 52% dos acidentes com vítimas registrados oficialmente envolvendo veículos de passeio ocorreram em pista seca e 24%, em pista molhada. Uma série de estudos mostrou que os acidentes são mais frequentes em pista molhada que em pista seca (Satterthwaite, 1976; Ivey, Griffin, Newton e Lytton, 1981; Brodsky e Hakkert, 1988; Ragnøy, 1989). Ainda assim, na Noruega estima-se que o risco seja mais alto para as pistas molhadas. Se em determinada pista seca o risco de acidente é estabelecido em 1,0, em pista molhada será de 1,2 durante o dia e de 1,4 à noite (Ragnøy, 1989). Os acidentes, no entanto, parecem ser mais graves nas pistas molhadas do que nas secas. A porcentagem de mortalidade dentre todos os feridos nos registros de acidentes com vítimas envolvendo veículos de passeio no período de 2001 a 2009 é de 2,3% em pistas secas e 2,2% em pistas molhadas. As porcentagens de mortos ou severamente feridos foram, respectivamente, de 10,4 e 9,8%.

Uma série de fatores ajuda a explicar o risco mais elevado em pista molhada: respingos d'água ajudam a reduzir a visibilidade; limpadores de para-brisa desgastados podem amplificar este problema, e água na superfície da pista reduz o atrito, especialmente em altas velocidades. Um fator importante que determina a aderência em pistas molhadas é a profundidade do sulco dos pneus. Os sulcos de um pneu têm a tarefa de escoar a água que se acumula entre o pneu e a superfície da pista durante o deslocamento, de modo a manter a aderência em níveis adequados. Quando o pneu está desgastado, os sulcos ficam mais rasos e a capacidade de escoamento de água do pneu, menor. Este fato pode aumentar o risco de aquaplanagem, ou seja, a formação de uma pelícu-

la de água entre os pneus e a superfície da via, que faz com que a aderência desapareça completamente. Nas pistas secas a aderência independe da profundidade do sulco do pneu (Blythea e Seguina, 2006).

A regulamentação da profundidade dos sulcos dos pneus visa assegurar a boa aderência nas vias sob quaisquer condições e em todas as velocidades legais.

Descrição da medida

Os requisitos para a profundidade mínima admissível do sulco em pneus são especificados na Regulamentação Veicular, capítulo 13. Atualmente os requisitos mínimos são os seguintes:

- Fora do período de inverno, a profundidade do sulco deve ser de pelo menos 1,6 mm;
- No inverno, a profundidade do sulco deve ser de 3,0 mm, independentemente do tipo de pneu. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega recomenda pelo menos 5,0 mm de profundidade do sulco durante o inverno.

Estudos noruegueses mais antigos sugerem que menos de 5% dos veículos que circulam no trânsito têm a profundidade de sulco ilegal em um ou mais pneus (Fosser, 1979; Fosser e Teigen, 1981; Statens vegvesen Vegdirektoratet, 1982, 1983, Glad, 1988). Não foram encontrados estudos recentes que demonstrem a quantidade de veículos que circulam com pneus que não cumprem os requisitos para a profundidade do sulco.

Impacto sobre os acidentes

Há relativamente poucos estudos que analisam a relação do efeito do sulco dos pneus e acidentes. Foram encontradas as seguintes pesquisas que tentam quantificar este efeito:

Hankins, Morgan, Ashkar e Tutt, 1971 (EUA); Highway Safety Foundation, 1971 (mencionado por Dijk, 1976) (EUA);

Glad, 1988 (Noruega) e Fosser e Ingebrigtsen, 1991A (Noruega).

Apenas dois destes estudos (Hankins et al., 1971 e Glad, 1988) especificam o número de acidentes com base em resultados que podem ser considerados em conjunto por meio de meta-análise. De acordo com estes dois estudos, a melhor estimativa do efeito quanto aos acidentes com relação ao aumento da profundidade do sulco dos pneus está especificada na tabela 4.1.1.

Veículos com a profundidade do sulco dos pneus entre 2 e 3 mm correm 19% menos risco de acidentes do que os veículos com pneus cuja profundidade do sulco é menor que 2 mm. Quando a profundidade se situa entre 3 e 5 mm, o risco é 9% menor do que quando se situa entre 2 e 3 mm. O aumento da profundidade do sulco para mais de 5 mm não tem nenhuma relação estatisticamente confiável com os acidentes. Nestes estudos não foram analisados outros fatores que alteram o risco de acidentes além da profundidade do sulco. Os resultados são, portanto, apenas uma expressão de tendências estatísticas, e não o impacto da profundidade do sulco de forma isolada.

Os resultados discutidos por Dijk (1976) mostraram ter as mesmas tendências destes resultados. Mas, neste estudo, não é comentado nenhum outro fator que possivelmente afete o risco de acidentes além da profundidade do sulco. Os resultados, portanto, são imprecisos.

Em uma pesquisa norueguesa, foi estudada a importância do sulco dos pneus em relação ao risco de acidentes no inverno (Ingebrigtsen e Fosser, 1991). A profundidade do sulco foi medida com uma escala de pontos de 0 a 10. Os resultados não são, portanto, diretamente comparáveis com os de outras pesquisas. A pesquisa demonstrou que, quando a profundidade do sulco aumenta acima de 2 mm

(calculados a partir da escala de pontos), os acidentes diminuem em cerca de 16% nas pistas com neve ou gelo, em cerca de 10% nas pistas molhadas e em aproximadamente 20% nas pistas secas. Neste estudo, foram analisados alguns outros fatores que afetam o risco de acidentes no inverno além da profundidade do sulco dos pneus.

Um estudo americano (Blythea e Seguina, 2006) mostrou que uma profundidade no sulco de 1,6 mm não consegue evitar uma redução significativa de atrito em superfície molhada. Quando a profundidade do sulco é de 3,2 mm, evita-se a redução do atrito em aproximadamente 50%. Por isso a exigência atual de 1,6 mm de profundidade mínima não é considerada suficiente pelos autores.

Impacto na mobilidade

Não existem estudos que mostrem como as mudanças na profundidade do sulco dos pneus afetam a mobilidade. Há razões para acreditarmos que condutores cientes das más condições de seus pneus dirigem com maior cuidado do que aqueles condutores cientes de que estão dirigindo com bons pneus (Fosser e Ingebrigtsen, 1991; Ingebrigtsen e Fosser, 1991; Fosser e Sætermo, 1995). Esta adaptação comportamental pode acontecer de muitas maneiras e não significa necessariamente que condutores de veículos com pneus carecas dirijam com velocidade reduzida. As alterações comportamentais não são tão grandes a ponto de eliminarem completamente as diferenças quanto aos riscos de acidentes atribuíveis às características dos pneus.

Impacto no meio ambiente

Pneus com sulcos mais profundos causam um pouco mais de ruído do que pneus com sulcos menos

TABELA 4.1.1: IMPACTO DO AUMENTO DA PROFUNDIDADE DO SULCO DOS PNEUS EM RELAÇÃO AOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Severidade do acidente	Variação percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Aumento da profundidade do sulco de menos de 2 mm até aproximadamente 2-3 mm			
Não especificados (todos os acidentes)	Todos (especialmente pista molhada)	-19	(-30; -5)
Aumento da profundidade do sulco de 2-3 mm até 3-5 mm			
Não especificados (todos os acidentes)	Todos (especialmente pista molhada)	-9	(-19; +3)
Aumento da profundidade do sulco de 3-5 mm até mais de 5 mm			
Não especificados (todos os acidentes)	Todos (especialmente pista molhada)	+6	(-1; +12)

profundos (Johansen, 1975). As diferenças são pequenas. A principal característica de um pneu, no que diz respeito ao ruído de trânsito e outros impactos ambientais, é se ele tem pregos ou não.

Custos

Um novo conjunto de pneus de verão para um veículo de passeio custa cerca de NOK 3000-5000, dependendo da qualidade, marca e revendedor. Pneus novos têm uma profundidade de sulco aproximada de 8 mm. Seu desgaste é por volta de 1 mm a cada 30.000-60.000 km rodados (dependendo da superfície da via em que se desloca e de sua durabilidade). Em média, o desgaste dos pneus custa aos condutores noruegueses cerca de 9 centavos por quilômetro. Para caminhões e outros veículos mais pesados, o desgaste dos pneus custa entre 0,38 e 0,66 centavos por quilômetro (preços de 2005) (Statens vegvesen, Dokumentasjon av beregningsmoduler i Effekt 6, 2008). Muitos condutores trocam seus pneus antes que desgastem abaixo dos 1,6 mm mínimo permitido. Assim, é difícil dizer o que isso implica em termos de custos para os condutores. Se o requisito for de 3,0 mm, cerca de 4-5% dos pneus em uso no trânsito serão ilegais.

Avaliações de custo-benefício

Atualmente poucos são os condutores que circulam com pneus com sulcos com profundidade fora da legislação. Os custos adicionais infligidos aos condutores por um rigoroso controle de profundidade de sulco de pneus serão, portanto, provavelmente pequenos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para regras que alterem a profundidade mínima do sulco de pneus surge como resultado da cooperação internacional de técnica automobilística, da qual a Noruega participa. Há uma harmonização internacional generalizada entre requisitos para os veículos.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos para a profundidade do sulco dos pneus são estabelecidos pela Agência de Regulamen-

tação Veicular. Ao alterar estas normas, deve ser obtida uma declaração dos interessados envolvidos, o que inclui, entre outros, a indústria automobilística.

Responsabilidade pela execução da medida

O proprietário do veículo automotor é responsável por garantir que este esteja em bom estado de funcionamento; as concessionárias, por sua vez, são responsáveis por garantir que os veículos novos sejam vendidos em perfeito estado de funcionamento. A multa por dirigir com pneu com profundidade de sulco abaixo da exigência legal pode chegar a NOK 500, podendo ser imposta pela polícia ou pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

4.2 PNEUS DE INVERNO COM PREGOS

O capítulo foi revisado em 2012 por Rune Elvík (TØI)

Problema e finalidades

Durante o inverno, normalmente a aderência no pavimento é pior do que no verão. A presença de neve ou gelo na superfície da pista aumenta a distância de frenagem e torna mais difícil manter o controle do veículo. Um estudo em relação aos acidentes de trânsito no inverno entre 1998 e 2002 (Ragnøy, 2005) mostrou que 45% dos acidentes com vítimas ocorreram em pistas com neve ou gelo. O risco de acidentes, indicado como número de acidentes com vítimas por milhão de veículos/km, foi cerca de duas vezes maior nas pistas cobertas de neve ou gelo do que nas pistas secas.

Pneus de invernos com pregos proporcionam maior atrito e, quando em condições idênticas, menor distância de frenagem em pistas com neve ou gelo do que pneus normais. Esta situação aplica-se particularmente a pistas com gelo. Muitos condutores, portanto, optam por usar pneus de inverno com pregos ou cravos.

Estes pneus visam reduzir o número de acidentes nessa época do ano, especialmente sob condições de neve e gelo. Outro objetivo do pneu de inverno com pregos é garantir a mobilidade, proporcionando aderência em vias de superfície escorregadia.

Descrição da medida

O uso de pneus de inverno com pregos ou cravos é permitido no sul da Noruega no período de 1º de novembro até a primeira segunda-feira depois da Páscoa. No norte da Noruega (Nordland, Troms e Finnmark) é permitido no período de 15 de outubro a 1º de maio. Determinações sobre o número e as características de prego ou cravos são dadas na Regulamentação de Veículos, Capítulo 13.

Em Oslo, Bergen e Trondheim, introduziu-se uma taxa para a utilização de pneus com pregos com o objetivo de reduzir sua utilização. A intenção é diminuir as desvantagens do seu uso, que consistem basicamente na dispersão de partículas do pavimento, que são cortadas e espalhadas no ar devido aos pregos dos pneus.

A utilização de pneus de inverno com pregos nas maiores cidades da Noruega nos últimos anos é apresentada no quadro 4.2.1 (Fridstrøm, 2000; Elvik e Kaminska, 2011). Os números mostram o uso máximo de pneus com pregos durante a temporada. Parece que esse uso diminuiu significativamente nos últimos 15-20 anos, particularmente em Oslo e Trondheim. Em fevereiro de 2011, a proporção dos

que dirigiam com pneus com pregos era de 11,1% em Bergen, 13,5% em Oslo, 26,8% em Stavanger / Sandnes e 29,0% em Trondheim (Nygaard, 2011). No inverno de 2011 (fevereiro), 44,5% dos deslocamentos fora das áreas urbanas foram realizados por veículos usando pneus com pregos.

Impacto sobre os acidentes

Foram feitas inúmeras pesquisas quanto aos efeitos do uso de pneus com pregos no número de acidentes no inverno. Estes estudos são de dois tipos: o primeiro compara os riscos entre veículos com e sem pneus com pregos, estudo que se destina a demonstrar um panorama do impacto dos pneus com pregos junto aos veículos individualmente; o segundo diz respeito à introdução da proibição do uso ou outros tipos de regulamentação do uso de pneus com pregos. que tem como objetivo esclarecer sobre o efeito das mudanças nas regras do uso de pneus com pregos para o número total de acidentes na área em que essas regras se aplicam.

Os estudos sobre os efeitos do uso de pneus com pregos em acidentes de veículos incluem:

TABELA 4.2.1: PORCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE PNEUS COM PREGOS NAS MAIORES CIDADES DA NORUEGA, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 1991 A 2009. FONTE: Fridstrøm, 2000; Elvik e Kaminska, 2011.

Temporada	Porcentual máximo de utilização de pneus com pregos em cada cidade				
	Oslo	Drammen	Stavanger	Bergen	Trondheim
1990-1991	—	—	—	78,5	—
1991-1992	—	—	56,0	78,1	—
1992-1993 (#)	85,1	—	66,6	78,3	90,9
1993-1994	80,1	—	76,1	73,3	98,7
1994-1995	83,7	—	73,7	76,8	89,0
1995-1996	81,2	—	75,6	73,7	—
1996-1997	75,3	—	70,8	63,0	78,1
1997-1998	63,3	—	63,8	53,1	72,9
1998-1999	53,7	—	43,1	45,9	67,5
1999-2000	35,6	—	41,9	36,2	66,9
2002 (ψ)	32,0	40,1	28,8	31,1	44,5
2002-2003	28,4	41,3	29,1	32,4	41,1
2003-2004	28,0	33,7	27,8	26,8	39,5
2004-2005	23,8	29,4	29,7	29,9	37,7
2005-2006	19,3	25,3	30,8	27,8	34,9
2006-2007	19,5	26,2	27,6	21,2	30,4
2007-2008	16,2	26,6	33,4	9,9	20,5
2008-2009	16,5	30,5	27,8	14,0	20,4

- = Dados não disponíveis

(#) A partir de 1º de janeiro de 1993, em Oslo.

(ψ) A partir de 1º de janeiro de 2002, em todas as cidades.

Normand, 1971 (Canadá);
 Steen e Bolstad, 1972 (Noruega);
 Ernst e Hippchen, 1974 (Alemanha);
 Roosmark, Andersson e Ahlqvist, 1976 (Suécia);
 Perchonok, 1978 (EUA);
 Ingebrigtsen e Fosser, 1991 (Noruega);
 Junghard, 1992 (Suécia);
 Konagai, Asano e Horita, 1993 (Japão);
 Fosser, 1994 (Noruega);
 Fosser e Sætermo, 1995 (Noruega);
 Roine, 1996 (Finlândia);
 Vaa, 1997 (Noruega) e
 Strandroth et al., 2012 (Suécia).

Os resultados destes estudos variam consideravelmente, dependendo, em parte, da forma como as diferentes pesquisas são controladas por outros fatores que afetam o risco de acidentes. As pesquisas metodologicamente mais eficazes foram realizadas por Ingebrigtsen e Fosser (1991), Fosser e Sætermo (1995) e Roine (1996). Os resultados destes estudos foram resumidos por Elvík (1999). Com base neles, a tabela 4.2.2 mostra os efeitos no risco de acidentes para veículos que utilizam pneus de inverno com pregos em comparação aos que usam pneus de inverno sem pregos.

Veículos equipados com pneus com pregos parecem ter menor risco de acidente no inverno do que veículos equipados com pneus de inverno sem pregos, especialmente em pistas com neve ou gelo. A diferença não é estatisticamente significativa. Strandroth et al. (2012) examinaram os efeitos de pneus com pregos nos acidentes fatais na Suécia. A pesquisa é a única que se aplica a acidentes fatais e não estão inclusos os índices referentes aos efeitos referidos na tabela 4.2.2. A pesquisa constatou que veículos com pneus com pregos têm risco de acidente 42% ($\pm 6\%$) mais baixo do que veículos sem pneus com pregos na neve ou gelo, mas 6% ($\pm 30\%$) mais risco de acidente em pistas secas ou molhadas do que veículos sem pneus com pregos.

Em boa parte do globo, ou o uso de pneus com pregos é proibido ou existe uma tentativa de sua

redução. Foram encontradas as seguintes pesquisas sobre os efeitos nos acidentes das medidas que reduzem o uso de pneus com pregos:

Preus, 1972 (Minnesota, EUA);
 Smith, 1973 (Ontário, Canadá);
 Pucher, 1977 (Alemanha Ocidental);
 Perchonok, 1978 (Minnesota, EUA);
 Takagi e Horita, 1993 (Sapporo, Japão);
 Takagi, Shimojo e Onuma, 1996 (Hokkaido, Japão);
 Hvoslef, 1997, cf. Takagi, 1997 (Hokkaido, Japão);
 Fridstrøm, 2000 (grandes cidades norueguesas) e
 Elvík e Kaminska, 2011 (grandes cidades norueguesas).

Todas estas pesquisas, exceto as duas últimas (Fridstrøm, 2000; Elvík e Kaminska, 2011) são pesquisas antes-depois. Elas mostram resultados que variam entre os números inalterados de acidentes e um aumento de aproximadamente 10% no número de acidentes. As últimas experiências com a proibição do uso dos pneus com pregos vem do Japão. Segundo o estudo de Hokkaido, no Japão o número de acidentes aumentou após a proibição do uso de pneus com pregos em aproximadamente 3% (+2%, +5%) em comparação com o índice de acidentes no verão, durante o mesmo período (Elvík, 1999). O uso de pneus com pregos diminuiu de aproximadamente 90% para cerca de 10%.

As duas pesquisas norueguesas (Fridstrøm, 2000 e Elvík e Kaminska, 2011) examinaram os efeitos sobre os acidentes pela alteração do uso de pneus com pregos nas maiores cidades norueguesas no período de 1991 (a partir de 1992 ou 1993 em algumas cidades) a 2009. A última foi possível pelo uso dos dados, até agora únicos, do primeiro estudo. Os resultados das duas pesquisas foram, assim, comparados (Elvík, Fridstrøm, Kaminska e Meyer, 2012). Em cada cidade, o primeiro ano do estudo é definido como ano de referência. Mudanças no uso de pneus com pregos e acidentes são, então, calculados para cada ano após o ano de referência. Com base na tabela 4.2.1, 1993 foi, por exemplo, o ano de referência para Oslo, na primeira pesquisa. O uso

TABELA 4.2.2: COMPARAÇÃO DO EFEITO DO USO DE PNEUS COM E SEM PREGOS NOS ACIDENTES COM VEÍCULOS LEVES NO INVERNO. DIFERENÇA PORCENTUAL NOS ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Diferença porcentual nos acidentes		
	Condições durante o acidente	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Não especificado	Neve ou gelo na pista	-5	(-20; +12)
Não especificado	Superfície da pista (seca ou molhada)	-2	(-18; +16)
Não especificado	Todas as condições de condução	-4	(-15; +19)

do pneu de inverno com prego foi, então, de 85,1%. No último ano da primeira pesquisa (1999-2000) o uso em Oslo foi de 35,6%. A queda no uso de pneus com pregos foi, assim, de 49,5%. Ao definir um ano de referência em cada cidade e calcular as mudanças na utilização de pneus e nos acidentes a cada ano consecutivo, desenvolveram-se 63 pontos de dados com base nas duas pesquisas. Cada ponto de dado representa a mudança do ponto percentual na utilização de pneus com pregos e a mudança do percentual do índice de acidentes com vítimas durante o período de pneus com pregos. A figura 4.2.1 mostra os pontos de dados e a função a eles relacionada.

Enfatiza-se que cada ponto de dados é calculado utilizando um modelo multivariado, que contém mais que 20 variáveis além do uso de pneus de pregos. O uso deste modelo garante a obtenção de um bom controle de outras possíveis explicações para as mudanças nos índices de acidentes, além de somente a mudança no uso de pneus com pregos.

A função na figura 4.2.1 mostra uma relação medida-efeito clara entre mudanças no uso de pneus com pregos e quanto ao número de acidentes. Quando o uso de pneus com pregos é reduzido em 50 pontos percentuais (por exemplo, de 80 para 30 por cento), o aumento no número de acidentes com vítimas durante o período foi de aproximadamente 6%. O aumento do uso de pneus com pregos de até aproximadamente 20 pontos percentuais resulta em cerca de 2% a menos de acidentes com feridos.

Na figura 4.2.1 há seis pontos de dados que se referem ao uso de pneus com pregos inferior a 20%. Além deles, há três pontos de dados que se referem ao uso desses pneus entre 20 e 25 por cento. Há uma tendência de que esses pontos de dados demonstrem um maior aumento no índice de acidentes do que outros pontos. Este fato talvez possa ser explicado pelo fato de que, quando o uso de pneus de pregos é baixo, reduz-se o impacto favorável que eles têm na dirigibilidade em uma via com neve e gelo (Krokeborg, 1998).

Impacto na mobilidade

As pesquisas sobre a velocidade de deslocamento com e sem pneus com pregos mostraram resultados contraditórios. Carlsson e Öberg (1976) não encontraram nenhuma diferença de velocidade entre veículos com pneus com pregos e sem pregos nas vias. Em vias com neve ou gelo, veículos com pneus com pregos tiveram uma média aproximada de deslocamento de 2 segundos a menos por quilômetro que os veículos sem pneus com pregos. Uma velocidade de 60 km/h corresponde a uma diferença de 2 km/h (uma vez que um veículo a 60 km/h usa 60 segundos por quilômetro). Estudos posteriores chegaram a resultados diferentes. Öberg (1989) não encontrou diferenças sistemáticas de velocidade entre os veículos com e sem pneus com pregos em diferentes condições de via. Fosser e Ingebrigtsen (1991) também não encontraram diferenças sistemáticas de velocidade entre os veículos com diferentes tipos de pneus.

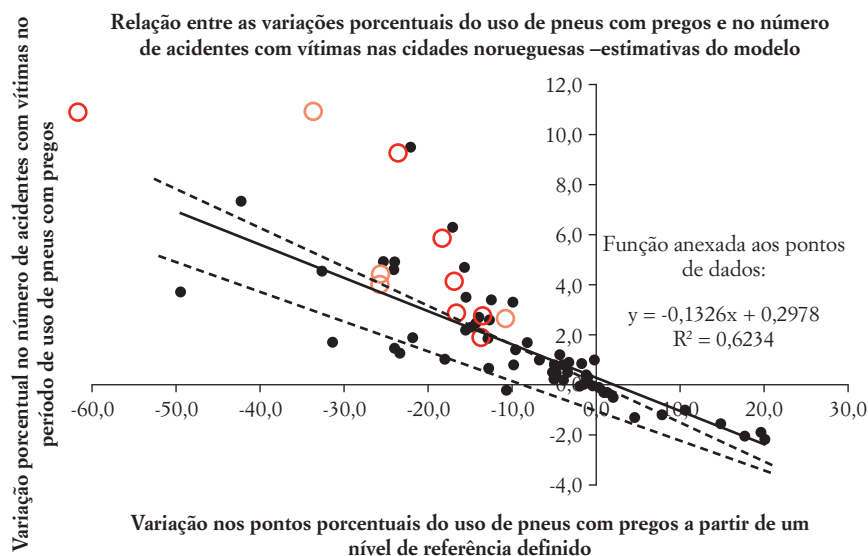


Figura 4.2.1: Relação entre a variação percentual do uso de pneus com pregos e a variação percentual no número de acidentes com feridos durante o período de uso de pneus com pregos.

Observações e entrevistas (Fosser e Ingebrigtsen, 1991; Fosser e Sætermo, 1995) sugerem, por outro lado, que o comportamento dos condutores se ajusta de acordo com o tipo de pneu de inverno do seu veículo. As respostas dadas nestas pesquisas sugerem que os condutores de veículos sem pneus com pregos, e possivelmente com pneus desgastados ou ruins, têm um comportamento na direção mais cauteloso do que os condutores que sabem que o seu veículo tem pneus melhores. A adaptação comportamental não necessariamente se aplica apenas à velocidade de condução, mas também, por exemplo, à frequência com que as viagens são canceladas devido às condições de direção e à sensação de insegurança durante a direção. O aumento da insegurança pode fazer, entre outros, com que o condutor dirija de maneira mais consciente.

O estudo de Fridstrøm (2000) mostra que indiretamente o condutor adequa seu comportamento de acordo com os pneus do seu veículo. Esta pesquisa não fornece, no entanto, informações quanto à velocidade praticada e o tipo de pneu de inverno de cada veículo, apenas quanto à velocidade média de tráfego e a porcentagem de veículos com pneus com pregos.

Impacto no meio ambiente

Pneus com pregos têm dois efeitos principais no meio ambiente:

1. A dispersão de partículas de matéria do pavimento;
2. Contribuições no aumento do ruído de trânsito.

A camada desgastada do asfalto do pavimento pode ser constituída por aproximadamente 90% de pedras (rochas, minerais), cerca de 5% de *filler* (pó de pedra) e o restante de ligantes (betume). Com o atrito dos pneus com pregos, a pedra é desgastada e triturada em partículas menores que, juntamente com os fragmentos de *filler* liberados pela fricção e com o betume, espalham-se pelo ar (Ragnøy, Karlsen e Larssen, 2000). A poeira da via forma-se principalmente devido ao desgaste de pneus com pregos. A quantidade de poeira gerada devido ao uso de pneus com pregos depende de uma série de fatores, tais como: o peso dos pregos, a resistência à abrasão do pavimento da via, a velocidade do veículo, a proporção de veículos pesados e se a pista está seca, molhada ou tem neve/gelo. A proporção total de massa de resíduos desgastados liberados pela abrasão na quantidade de poeira que levanta é incerta. Hedalen (1994) sugere que em torno de 34% da poeira da via (nevoeiro rodoviário) se constitui de PM_{10} , enquanto 0,51%, de $PM_{2,5}$.

O Instituto de Saúde Pública da Noruega (2007) estima que o deslocamento de veículos com pneus com pregos libere de 5 a 20 gramas de pó por quilômetro percorrido. Isso é até 100 vezes mais do que o que liberam veículos com pneus convencionais. Segundo a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (2010), um automóvel de passageiros com pneus com pregos novos tritura em torno de 40 a 50 kg de asfalto durante um inverno. Os cálculos (Rosendahl, 2000) indicam que o desgaste do pavimento, principalmente devido ao uso desses pneus, leva a uma produção de cerca de 2.000 toneladas de PM_{10} anualmente na Noruega.

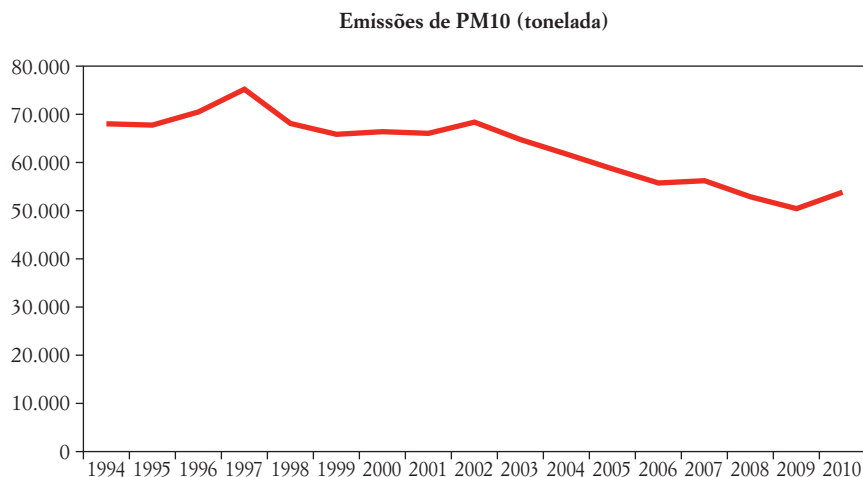


Figura 4.2.2: Quantidade estimada de emissões de PM_{10} na Noruega entre 1994 e 2010. Fonte: Agência do Clima e Poluição.

A figura 4.2.2 mostra a quantidade estimada de emissões de PM_{10} na Noruega de 1994 a 2010. Observa-se que a quantidade de emissões diminuiu. Isso pode ser, em parte, devido à redução do uso de pneus com pregos durante esse período.

O uso de pneus com pregos geralmente contribui para o aumento de ruído do rolamento dos pneus em ambos veículos leves e pesados (Storeheier, 1985). Dependendo do volume de tráfego e do tipo de superfície da via, os estudos antigos demonstram um aumento diário de ruído equivalente a 2-3 dB(A), com 10 a 15% do tráfego de veículos pesados (ruído diário equivalente = nível médio de ruído em 24 horas). O ruído isolado dos pneus com pregos de um veículo de passeio aumenta o nível de ruído diário equivalente de 3 a 10dB(A), dependendo da velocidade, tipo de pneu e qualidade da borracha. Uma mudança do ruído de 2-3 dB está no limiar auditivo. Uma mudança de 10 dB é percebida como uma redução pela metade ou dobro de ruído. É como um aumento em 100% do ruído inicial, em caso de aumento.

Pesquisas norueguesas recentes mostram que pneus de inverno sem pregos a 50 km/h são de 2 a 3 dB (A) mais silenciosos que pneus com pregos e 1,5 dB (A) mais silenciosos do que pneus de inverno com pregos ecológicos (Berge, 1996). Um possível efeito indireto da transição para um maior uso de pneus com pregos pode ter sido o fato de eles serem usados em pavimentos mais silenciosos de vias com tráfego pesado.

Pneus com pregos fazem um ruído pouco maior do que os pneus de verão (Bang, 1996). Dados noruegueses disponíveis demonstram que o ruído do tráfego no inverno aumenta em aproximadamente 2 a 3 dBA com o tráfego de 15-25% de veículos pesados em pista normal, com superfície lisa e velocidade nivelada entre 70-90 km/h. Com uma proporção menor de veículos pesados, os níveis de ruído aumentam em 3-5 dBA, mas apenas em 1-2 dBA no trânsito urbano.

Custos

Os custos de utilização de pneus com pregos são de dois tipos: diretos e indiretos. Os custos diretos são os custos de raspagem de pneus. Os custos indiretos são todos os relacionados às consequências não intencionais de uso, tais como maior desgaste da via, poluição e ruído. Em 1985, o custo de raspagem

foi estimado em NOK 50 por veículo leve (quatro pneus por carro) e NOK 58 por pneu de veículo pesado (Gabestad e Ragnøy, 1986). Convertida em preços de 2011, essa quantia equivale, respectivamente, a cerca de NOK 100 e NOK 116. Os custos indiretos são discutidos na seção sobre avaliações de custo.

A introdução de taxas para o uso de pneus com pregos provoca custos administrativos de cobrança de taxas e despesas relacionadas à fiscalização. Estes custos podem ser cobertos pela taxa. A própria taxa pode ser considerada como um pagamento pelo custo ambiental que o uso de pneus com pregos causa.

Se o responsável pela concessão da via, em adição à medida para reduzir o uso de pneus com pregos, mudar seus esforços de manutenção, isso resultará num aumento dos custos. As autoridades viárias sugeriram que os custos das operações e manutenção de inverno das vias regionais e municipais devem aumentar em um fator de 1,5 a 2,0 em áreas nas quais o uso de pneus com pregos é reduzido de 80 a 20 por cento no tráfego. Presume-se que não haja necessidade de aumentar a operação e a manutenção no inverno junto às rodovias nacionais (Ragnøy, Karlsen e Larssen, 2000).

Avaliações de custo-benefício

Uma série de análises custo-benefício das mudanças no uso de pneus com pregos já foi feita. Estas análises são antigas e baseadas em suposições que não mais são consideradas suficientemente realistas hoje. Para ilustrar os possíveis efeitos das mudanças no uso de pneus com pregos foi, portanto, preparado um exemplo de cálculo com base em dados de Oslo.

A operação de trânsito anual em Oslo (município de Oslo, 2011) é de aproximadamente 3.115 milhões de veículos-km. Destes, estima-se que 1,4 milhões de quilômetros sejam realizados na temporada de pneus com pregos e 1.715 milhões de quilômetros, fora dessa temporada. Em 2002, 32% dos condutores de Oslo utilizavam pneus com pregos; em 2009 esta estimativa foi reduzida para 16,5%. Supõe-se que um veículo com pneus com pregos produza 5 gramas de partículas por quilômetro percorrido. A quantidade de partículas que teria sido produzida em 2009, caso o uso dos pneus tivesse sido tão elevado quanto em 2002, pode, assim, ser calculada em:

$$\begin{aligned} \text{Quantidade de partículas} &= \\ &= 1,400 \cdot 1.000.000 \cdot 0,32 \cdot (5/1.000) = 2.240.000 \text{ kg} \end{aligned}$$

O valor correspondente de partículas em suspensão pela abrasão dos pregos em 2009 foi estimado em 1.155 toneladas. A queda de 2002 a 2009 representa, entre outras palavras, 1.085 toneladas. De acordo com o último estudo de avaliação (Samstad et al., 2010), os custos econômicos da emissão de um quilograma de PM_{10} são de NOK 3900 em Oslo. Calculado para o ano de 2009, o valor da diminuição das emissões de partículas em Oslo foi de NOK 4.231.500.

O aumento no número de acidentes com vítimas com a mudança no uso de pneus de pregos a partir do nível de uso de 2002 ao nível de 2009 pode ser calculado em torno de 13,5 acidentes por temporada de pneus com pregos. Os custos econômicos destes acidentes podem ser calculados em NOK 38,8 milhões para o ano de 2009.

A vantagem da diminuição das emissões de partículas é, por consequência, consideravelmente maior do que os custos de um aumento do número de acidentes. Nesse contexto, é altamente provável que os benefícios da redução do uso de pneus com pregos nas cidades norueguesas seja maior do que o custo do seu uso.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Determinações relativas à utilização de pneus com pregos devem ser aprovadas pelas autoridades rodoviárias, ou seja, a Agência de Administração de vias Públicas da Noruega e o Ministério dos Transportes.

Requisitos e procedimentos formais

Normas sobre o projeto técnico e o número de pregos a serem utilizados estão estabelecidas na Regulamentação de Veículos. A regulamentação relativa à utilização de veículos indica o período do ano em que os pneus com pregos podem ser utilizados. Entretanto, o condutor sempre deve se assegurar de que seu veículo tenha aderência suficiente à condição de neve, se é necessário o uso de pneus de inverno, com ou sem pregos, correntes ou similares. Ambas as regulamentações se aplicam a toda con-

dução em vias públicas na Noruega e, portanto, não oferecem possibilidades de introdução de regras, proibições ou ajustes regionais ou locais.

Os regulamentos sobre taxas para a utilização e taxas adicionais dão aos municípios a oportunidade –com o consentimento do Ministério dos Transportes ou da Agência de Administração de vias Públicas da Noruega– da introdução de um sistema de taxas para o uso de pneus de inverno com pregos em uma área especificada. A taxa para o uso de pneus com pregos foi introduzida em Oslo e Bergen. Nesses locais, a porcentagem sem pregos girava em torno de 85% (2011). Atualmente não é nem proibido nem obrigatório o uso de pneus com pregos no inverno em nenhum lugar da Noruega.

Responsabilidade pela execução da medida

O proprietário do veículo é responsável por garantir que este esteja em bom estado de funcionamento e também por garantir que os pneus de inverno com pregos estejam instalados de acordo com as respectivas normas técnicas. Seu uso ilegal pode acarretar cobrança de multa por parte da polícia ou dos oficiais da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

4.3 ASSISTENTES DE FRENAGEM EM VEÍCULOS LEVES

O capítulo foi revisado em 2014 por Alena Høy (TØI)

O sistema de freios antitravamento (ABS) e o sistema de travamento assistido (BAS) são sistemas de frenagem que podem aperfeiçoar o efeito da frenagem. Os freios ABS impedem o bloqueio das rodas, de modo que o veículo mantém a dirigibilidade. Eles provavelmente não têm nenhum efeito no número total de acidentes. O BAS visa atingir a mais curta distância possível de travamento durante uma frenagem de emergência. Estudos e análises sobre acidentes e dados indicam que o BAS pode afetar cerca de 9% de todos os acidentes fatais, ou seja, tanto pode evitá-los quanto torná-los menos graves. Entre os acidentes com colisões traseiras, até 25% podem ser afetados pelo BAS e entre os acidentes fatais envolvendo pedestres, até 12% podem ser afetados pelo BAS.

Problema e finalidades

Acidentes podem ocorrer pela perda de controle do condutor sobre o veículo durante a frenagem ou por uma frenagem insuficiente. O controle do veículo pode ser perdido quando uma ou mais rodas travam durante a desaceleração. Um travamento potente e superfície lisa aumentam o risco do bloqueio das rodas. Quando as rodas travam, o veículo perde a estabilidade direcional e o controle. De acordo com as estatísticas britânicas de acidentes mais antigas, as rodas travam em torno de 14% dos acidentes com feridos (Grime, 1987). Quando este estudo foi realizado, apenas alguns automóveis possuíam freios ABS. Hoje praticamente todos os automóveis possuem freios antitravamento e o porcentual será, portanto, provavelmente muito menor.

Outro problema que pode surgir em situações que exigem uma frenagem de emergência muitas vezes é quando o condutor não aciona a frenagem máxima.

Sistemas de freios antitravamento destinam-se a evitar bloqueio das rodas de modo que a estabilidade direcional e o controle possam ser mantidos durante a frenagem. Em algumas situações, o ABS também fornece distâncias de travamento mais curtas do que os freios convencionais; no entanto, este não é seu objetivo principal.

Um **sistema de travamento assistido** destina-se a ajudar o condutor a desacelerar o veículo de uma forma otimizada sob as condições apropriadas para evitar uma colisão. Este sistema pode geralmente identificar uma frenagem de emergência de acordo com a força com que o condutor pressiona o pedal do freio. Este capítulo descreve os sistemas de freio que são ativados apenas quando o condutor freia.

Alguns sistemas de frenagem podem ativar os freios e eventualmente iniciar uma frenagem sem que o condutor freie (ou até que o condutor comece a frear), utilizando informações provenientes de sensores do lado de fora do veículo. Estes sistemas são descritos em outro capítulo sobre controle autônomo de distância e freio automático de emergência.

Descrição da medida

Este capítulo descreve os sistemas de freio que podem aperfeiçoar o efeito de frenagem em situações

em que o condutor freia, tanto por meio da prevenção do bloqueio das rodas quanto por meio do aumento do efeito da frenagem. Eles incluem o ABS e o BAS.

Sistema de freios antitravamento (antilock brakes, ABS): o ABS regula a força exercida sobre cada roda para que elas não travem e o veículo possa ser mantido em controle durante a frenagem. Os primeiros carros com freios ABS chegaram ao mercado em 1985. Em 1995, cerca de metade de todos os veículos novos de passeio tinham ABS nos EUA (Kahane & Dang, 2009) e na Noruega a estimativa era de aproximadamente 6% de todos os veículos de passeio (Fosser & Sætermo, 1995). Em 2009, todos os 100 modelos mais vendidos na Noruega tinham ABS. O ABS pode ser conectado a outros sistemas auxiliares do condutor, como o sistema autônomo de regulagem de distância, os sistemas antiderrapagem e o sistema de travamento assistido (BAS), que também é descrito neste capítulo.

Sistema de travamento assistido (brake assist system, BAS): O objetivo do BAS é diminuir ao máximo a distância da frenagem de emergência. Estas situações são detectadas a partir do modo como o condutor freia (melhor dito, pela força com que o condutor pressiona o pedal de freio). Sem o BAS, a maioria dos condutores não atinge um efeito de frenagem suficiente, e foi demonstrado que o BAS pode reduzir a distância de frenagem em até 50%, dependendo de como o condutor freia sem o BAS (Lawrence et al., 2006). Além disso, o BAS está ligado a sistemas como ABS e ESC (ver capítulo sobre sistema antiderrapagem), de tal modo que a estabilidade direcional e a controlabilidade, na medida do possível, são mantidas. O BAS está no mercado desde aproximadamente 1996. Na Noruega em 2009 cerca de 80% de todos os veículos novos vendidos possuíam BAS (Høy, 2011).

Ele também pode ser conectado ao sistema autônomo de regulagem de distância ou outros sistemas que dão início a uma desaceleração que toma como base informações do exterior do veículo, o que é muitas vezes o caso especialmente em veículos pesados (Anderson et al., 2011). Sistemas de apoio ao condutor utilizam informações de fora do veículo (sobre a distância de outros veículos ou pedestres, por exemplo), sobre o regulamento autônomo de distância. Sistemas antiderrapagem podem usar os freios em cada uma das rodas individualmente para evitar derrapagens. Os freios ABS em motocicletas estão descritos no capítulo 4.31.

Impacto sobre os acidentes

Freios ABS

A maioria dos estudos a respeito dos impactos do ABS nos acidentes foi realizada nos EUA e se baseia em vastos materiais sobre acidentes. Os resultados apresentados são baseados nas seguintes pesquisas:

Kahane, 1983 (EUA);
 Aschenbrenner et al., 1987 (Alemanha);
 Kahane, 1994 (EUA);
 Hertz et al., 1995A, B (EUA);
 Highway Loss Data Institute, 1995 (EUA);
 Evans & Gerrish, 1996 (EUA);
 Farmer, 2001 (EUA);
 Broughton & Baughan, 2002 (Grã-Bretanha);
 Cummings & Grossman, 2007 (EUA) e
 Kahane & Dang, 2009 (EUA).

Demonstrou-se que os estudos mais antigos (estudos anteriores a 2000) geralmente encontraram maior impacto no uso do ABS que os estudos recentes. A tabela 4.3.1 mostra, portanto, os resultados dos estudos mais recentes e dos mais antigos separadamente; além disso, demonstra os resultados de acidentes em pistas molhadas, neve ou gelo. São, na maioria, resultados de estudos recentes (excluindo os de colisões traseiras em pista molhada, com neve ou gelo).

Ao todo, a partir dos estudos mais recentes, os resultados não indicam que os freios ABS tenham um efeito significativo no número de acidentes ou que existam algumas diferenças sistemáticas entre o impacto para diferentes gravidades de acidente. Nem os estudos que consideraram uma variedade de variáveis de confusão, como, por exemplo o peso do veículo, ano de registro e acidentes anteriores do veículo (Cummings & Grossman, 2007), encontraram impacto significativo do uso do ABS. Outro estudo, cujos resultados não estão incluídos na tabela 4.3.1 (Yannis et al., 2010), mostrou que o risco que uma pessoa envolvida em um acidente fatal tem de ser morta é 27% menor (intervalo de confiança de 95% [-44 ; -5]) em um automóvel com ABS do que em um automóvel sem ABS. Para o risco de ser ferido (mas não morto) em um acidente fatal, houve impacto significativo.

Em **pista molhada, com neve ou gelo**, os impactos são particularmente maiores que em todas as outras condições de condução. Ainda assim, os impactos em sua maioria não são significativos e nem sempre são semelhantes sob todas as condições de condução.

A explicação mais provável é que há menos acidentes em pista molhada, com neve ou gelo e que, portanto, há uma maior variação aleatória nos resultados. A exceção são os acidentes envolvendo **colisões traseiras**, que diminuem significativamente em pista molhada, neve ou gelo, quando o veículo com ABS é aquele que está atrás de outro veículo, e aumentam significativamente quando o veículo com ABS é aquele atingido por trás. Isso provavelmente pode ser explicado pelo fato de os condutores frearem com mais força e a distância de frenagem ser mais curta com o ABS em piso molhado, neve ou gelo. A partir do momento em que todos os veículos tiverem ABS, pode-se imaginar que já não haverá aumento no risco deste tipo de acidente, porque também o veículo de trás terá ABS, o que provavelmente não era o caso nos estudos que encontraram este aumento.

Os resultados para automóveis e SUV/vans não provaram ser sistematicamente diferentes dos resultados para os veículos de passeio e, portanto, os resultados são considerados para todos os veículos leves em geral.

O impacto do ABS na **distância de frenagem** foi investigado por Newton & Riddy (1984), Robinson & Duffin (1993), Karlsen (1989) e Kahane & Dang (2009), entre outros. Os resultados demonstram que:

- O ABS reduz as distâncias de frenagem na maioria das superfícies (pistas secas, escorregadias e molhadas);
- O ABS aumenta a distância de frenagem em neve solta e cascalho, o que se explica pelo bloqueio das rodas nessas superfícies que cria um “efeito guilhotina” e encurta a distância de frenagem.

Uma vez que vários estudos mais antigos encontraram aumentos no número total de acidentes ou em determinados tipos de acidentes, assumiu-se que ABS às vezes leva à **adaptação comportamental** e que os condutores de veículos com ABS dirigem de maneira mais arriscada que os demais. Esta hipótese parece ter sido confirmada por Aschenbrenner et al. (1987) em um estudo experimental com taxistas. Os resultados provavelmente podem ser explicados pela percepção equivocada que os condutores tinham quanto à função do ABS (Kahane, 1994). Estudos realizados a partir de 1995 não encontraram nenhuma evidência de que os condutores de automóveis com ABS dirigissem mais agressivamente ou que fizessem manobras que favorecessem a ocorrência de saídas da pista, de maneira diferente dos

TABELA 4.3.1: IMPACTOS DO ABS NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade	Tipos de acidentes afetados	Variação porcentual do número de acidentes					
		Estudos recentes (pós 2000)		Estudos antigos		Pista molhada/neve/gelo ¹	
		Melhor estimativa	Intervalo de confiança	Melhor estimativa	Intervalo de confiança	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes fatais	Todos os acidentes	+3	(-1; +6)	+23	+16; +29)	-1	(-6; +5)
Acidentes com feridos		+7	(-1; +16)			+11	(-7; +32)
Não especificada		-3	(-12; +7)	-12	(-13; -11)		
Acidentes fatais				+32	(+24; +40)		
Acidentes com feridos	Colisões laterais			-9	(-16; -1)		
Não especificada				-3	(-11; +6)		
Acidentes com feridos	Colisões laterais			+2	(-9; +15)		
Não especificada				+1	(-2; +5)		
Acidentes fatais	Colisões frontais			+7	(-2; +18)		
Não especificada				-4	(-13; +5)		
Acidentes fatais	Acidentes com mais de um veículo envolvido	+0	(-5; +5)			+4	(-10; +21)
Acidentes com feridos		+8	(-8; +27)			+18	(-14; +60)
Acidentes fatais	Acidentes envolvendo pedestres / animais / ciclistas	-1	(-14; +15)	-18	(-34; +1)	+1	(-16; +20)
Acidentes com feridos		-11	(-29; +11)			+10	(-47; +129)
Não especificada				-12	(-15; -9)		
Acidentes fatais				+15	(-5; +41)		
Acidentes com feridos	Colisão traseira			-3	(-13; +8)		
Não especificada				+2	(-9; +14)	-36	(-46; -24)
Acidentes com feridos	Colisão traseira			+6	(-12; +27)		
Não especificada				+5	(-2; +11)	+26	(+8; +48)
Acidentes fatais	Capotamento	+22	(-12; +69)				
Acidentes fatais	Acidentes individuais	+5	(-6; +18)	+11	(-23; +59)	-14	(-47; +37)
Acidentes com feridos		+4	(-5; +14)	-13	(-39; +25)	-2	(-23; +24)
Não especificada				-18	(-37; +8)		

¹ Com base em estudos recentes, exceto os resultados de colisões traseiras.

condutores de veículos sem ABS (Kahane & Dang, 2009). Broughton & Baughan (2002) mostraram que os condutores que conhecem o ABS têm maiores vantagens sobre o sistema no que diz respeito ao envolvimento em acidentes do que os condutores que não possuem esse conhecimento.

Sistema de travamento assistido (BAS)

O impacto do BAS no número de acidentes foi pesquisado em dois estudos:

Page, Foret-Bruno & Cuny, 2005 (França) e Page et al., 2009 (França).

Page et al. (2005) mostraram que o BAS reduz o número de acidentes, onde sua função é relevante, em 19% [-52; 37]. Esses acidentes são todos aqueles em que o veículo colide frontalmente com outro veículo, objeto ou via, ou em que os condutores perdem o controle do veículo. Page et al. (2009) verificaram uma redução no número de acidentes de 8% [-18; 4] e uma redução no número de feridos graves ou mortos de 15% [-32; 7].

Uma série de outros estudos tentou estimar os impactos possíveis ou prováveis do BAS no número de acidentes por meio de diferentes metodologias. Os resultados estão resumidos na tabela 4.3.2. Em um estudo, realizou-se um teste de simulador em que os acidentes foram reconstituídos da maneira mais realista possível, com a diferença de que o veículo tinha um simulador de BAS. Os outros estudos analisaram os resultados das estatísticas de acidentes ou diferentes estudos aprofundados de acidentes para estimar:

- o efeito máximo possível do BAS: a porcentagem de acidentes que poderia teoricamente ser afetada pelo BAS (sem que o BAS fosse necessariamente capaz de evitar o acidente);
- o efeito teoricamente possível do BAS: a porcentagem de acidentes em que é considerado possível ou provável que o sistema BAS os tenha impedido.

Os resultados diferem um pouco, mas sugerem que cerca de um quarto de todos os acidentes envolvendo colisões traseiras poderiam ser evitados ou ser menos graves e que o número de pedestres mortos poderia ser reduzido em até 12%. Ao todo, são cerca de 9% de todos os acidentes fatais em que o BAS tem a oportunidade de influenciar o resultado, ou seja, evitá-los ou torná-los menos graves.

Em experimentos de colisão realizados de 2006 e 2007 com o BAS (Fitch et al., 2010), o BAS não foi ativado por alguns dos participantes do estudo quando um obstáculo inesperado aparecia e foi ativado

por apenas 4,6% deles quando um obstáculo esperado aparecia. Depois que os indivíduos participantes foram orientados a respeito de como eles deveriam frear para ativar o sistema BAS, 28% o ativaram.

Impacto na mobilidade

O ABS e o BAS não têm efeitos documentados no que diz respeito à mobilidade.

Impacto no meio ambiente

O ABS não tem efeitos documentados em relação ao meio ambiente. Para o BAS, Klunder et al. (2009) estimaram que as emissões de CO₂ do tráfego rodoviário poderiam ser reduzidas em 0,007% na União Europeia, caso todos os veículos tivessem o sistema, como resultado da redução de congestionamentos e acidentes.

Custos

Não há estimativas recentes quanto aos custos do ABS ou do BAS.

Avaliações de custo-benefício

Para o ABS, não foi encontrada nenhuma estatística confiável quanto à alteração no número de aci-

TABELA 4.3.2: IMPACTOS TEORICAMENTE POSSÍVEIS DO BAS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE ACIDENTES/LESÕES.

	Típos de acidentes / lesões afetados	Efeito estimado	Base de dados
Lawrence et al., 2006 (Grã-Bretanha / Alemanha)	Pedestres mortos	0 a -12%	Estudos aprofundados (efeito teoricamente possível)
Breuer et al., 2007 (Alemanha)	Acidentes-BAS (acidentes que podem ser evitados com freadas fortes)	-56%	Teste de simulação
Farmer, 2008 (EUA)	Todos os acidentes	-7%	Estatísticas de acidentes (efeito máximo possível)
	Todos os acidentes fatais	-9%	
Page et al., 2009 (França)	Mortos em veículos de passeio	-6 a -9%	Estudos aprofundados (efeito teoricamente possível)
	Pedestres mortos	-10% a -12%	
Hummel et al., 2011 (Alemanha)	Mortos em todos os tipos de acidentes	-0,9%	Dados das seguradoras (efeito teoricamente possível)
	Feridos em todos os tipos de acidentes	-5,7%	
Badea-Romero et al., 2013 (Espanha)	Pedestres mortos / feridos	-12% (colisões evitadas)	Estudos aprofundados (efeito teoricamente possível)
		-6% (gravidade reduzida)	
		-18% (colisões evitadas)	
Schittenhelm, 2013 (Alemanha)	Colisões traseiras	-52% (gravidade reduzida)	Estudos aprofundados (efeito máximo possível)
Schram et al., 2013 (Bélgica)	Colisões traseiras	-25%	(Nenhuma explicação)

dentos. A partir de uma perspectiva de segurança, o ABS, portanto, não é economicamente rentável.

Em relação ao BAS, as informações a respeito dos custos são insuficientes e, portanto, não é possível calcular a relação custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os requisitos para os freios em veículos são especificados no capítulo sobre regulamentação de veículos. A iniciativa para mudanças pode ser tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas, indústria automotiva ou surgir da participação norueguesa na cooperação internacional de técnicas automobilísticas.

Requisitos e procedimentos formais

Mudanças na regulamentação de veículos devem ser tratadas como uma alteração normativa de acordo com o Direito Administrativo. Isso significa que às partes interessadas, como, por exemplo, a indústria automotiva, deve ser dada a oportunidade de comentar antes de uma mudança ser adotada. Os requisitos para os freios dos veículos estão estabelecidos no capítulo sobre regulamentação de veículos. Freios ABS são obrigatórios em todas as rodas de veículos pesados/tratores com mais de 16 toneladas utilizados como reboque. Também são obrigatórios em rebocues com peso superior a 10 toneladas, veículos turísticos noruegueses, ônibus rodoviários noruegueses (ou seja, não urbanos) e ambulâncias. Para veículos de passeio, os freios ABS não são obrigatórios. O regulamento no que diz respeito à utilização de veículos, § 4-2 número 5, determina que carretas de reboque com sistema de freio a ar e peso máximo total superior a 3,5 toneladas devem estar equipadas com freios ABS e serem rebocadas por veículos com freios ABS.

Responsabilidade pela execução da medida

O fabricante ou importador de veículos é responsável por garantir que os requisitos para veículos novos e as homologações concedidas sejam respeitados. Os postos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega realizam verificações aleatórias em veículos homologados

(automóveis novos de fábrica antes de serem vendidos) para assegurar que os regulamentos estão sendo respeitados. O Instituto Tecnológico realizou testes técnicos de freios ABS.

4.4 TERCEIRA LUZ DE FREIO (*BRAKE LIGHT*)

O capítulo foi parcialmente revisado em 2011 por AlenaHøye (TØI)

Problema e finalidades

Acidentes do tipo colisão traseira representaram aproximadamente 20% de todos os acidentes com feridos em veículos de passeio entre 2005 e 2009 na Noruega. Dentre todos os feridos ou mortos em acidentes com feridos em veículos de passeio, 26% das ocorrências foram devido a colisões traseiras. Entre os severamente feridos ou mortos, 5,5% foram devido a acidentes envolvendo colisões traseiras. Uma das possíveis razões para esse tipo de acidente, além do aumento da densidade de tráfego, é o fato de não se conseguir detectar o veículo à frente com tempo suficiente para frenagem. Em situações de fila, aluz de freio comum geralmente é visível somente para o condutor que está imediatamente atrás do veículo em processo de frenagem e, quanto mais distante da ocorrência da frenagem, mais a reação é atrasada, de modo que o tempo de reação disponível fica cada vez mais curto para o carro seguinte. Dessa forma, pode ser difícil de evitar colisões traseiras.

O uso de faróis diurnos também pode tornar difícil a visualização da luz de freio do veículo dianteiro. Em alguns modelos, faróis traseiros e luzes de freio são montados no mesmo lugar, mas acendem com intensidade diferente.

A instalação de uma terceira luz de freio na parte superior do vidro traseiro pode amenizar tais problemas. O objetivo da terceira luz de freio na parte superior é reduzir o risco de colisões traseiras, tornando mais fácil detectar quando o veículo dianteiro freia.

Descrição da medida

As versões mais comuns da terceira luz de freio são aquelas instaladas na parte superior ou inferior do vidro traseiro. Anteriormente havia um sistema com duas luzes de freio adicionais, montadas uma em

cada lado do vidro traseiro. Este sistema não é mais utilizado. A terceira luz de freio é item de série em alguns modelos de veículos, mas não é obrigatória na Noruega. Nos EUA, ela é obrigatória em todos os automóveis novos entregues desde 1986. Registros relativos à campanha “Mantenha a Distância” em 1996 (Gjensidige, 1996) mostraram que 36% dos veículos de passeio tinham terceira luz de freio. Desse, 51% das luzes foram colocadas posteriormente.

Impactos sobre os acidentes

Os resultados apresentados se baseiam nas seguintes pesquisas:

Malone, Kirkpatrick, Kohl e Baker, 1978 (EUA);
Reilly, Kurke e Buckenmaier, 1980 (EUA);
Rausch, Wong e Kirkpatrick, 1982 (EUA);
Marburger, 1983 (Alemanha);
Kahane, 1989 (EUA) e
Farmer, 1996 (EUA).

Os três primeiros estudos foram experimentos com táxis no trânsito urbano. Eles mostraram que a terceira luz de freio poderia reduzir o número de colisões traseiras em cerca de 50%. Pesquisas recentes mostram um impacto bastante reduzido. A melhor estimativa para o impacto atualmente é a diminuição de colisões traseiras em 14% (-15%; -13%). A melhor estimativa do impacto é a diminuição de 9% em colisões traseiras (-13%; -4%). Os números são relativos à redução de acidentes para automóveis equipados com terceira luz de freio em comparação aos não equipados. Eles se aplicam a acidentes com feridos e com danos materiais como um todo.

Impacto na mobilidade

Não há evidência de qualquer efeito da terceira luz de freio no tocante à mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não há evidência de qualquer efeito da terceira luz de freio em relação ao meio ambiente.

Custos

A terceira luz de freio é item de fábrica comum em praticamente todos os automóveis novos.

Avaliações de custo-benefício

Existem várias avaliações de custo-benefício relacionadas à terceira luz de freio. A análise de custo-benefício dinamarquesa (Somers e Hansen, 1984) estimou em 201,5 milhões de coroas dinamarquesas o custo de equipar todos os veículos dinamarqueses com terceira luz de freio (despesas em preços e frota de 1980). O custo adicional anual de equipar apenas veículos novos com luz de freio extra foi estimado em 12 milhões de coroas dinamarquesas. Calculado como valor presente líquido ao longo de 17 anos (tempo que leva para substituir toda a frota), com 6% de juros anuais, representa cerca de 125 milhões.

O valor atual do benefício de redução de acidentes calculado durante 17 anos, com 6% de taxa anual de juros, foi estimado em 133,2 milhões de coroas dinamarquesas, caso todos os veículos tenham instalado terceira luz de freio e 72,0 milhões, se apenas veículos novos ainstalarem. Estes resultados se aplicam para uma redução de 15% nos acidentes. A vantagem na diminuição de acidentes não é grande o suficiente para compensar o custo de instalação do dispositivo.

Uma análise finlandesa de custo-benefício (Salusjärvi e Potinkara, 1987) concluiu que uma terceira luz de freio é economicamente rentável para veículos novos, caso a diminuição de colisões traseiras tenha superado os 15% na Dinamarca; os 11% na Finlândia; os 7%, na Noruega; e os 13% na Suécia. Há rentabilidade socioeconômica de instalação em todos os veículos, caso a diminuição de colisões traseiras ultrapasse os 17% na Dinamarca; os 11% na Finlândia; os 8% na Noruega e os 15% na Suécia.

Uma avaliação de custo-benefício americana (Kahane, 1989) concluiu que os custos anuais da instalação da terceira luz de freio foram de USD 105 milhões anuais e o benefício, de USD 910 milhões. Isso fornece uma relação custo-benefício de aproximadamente 8,7.

Na Noruega, em torno de 36% dos veículos de passeio são equipados com terceira luz de freio. Equipar os 64% restante dos veículos com terceira luz de freio superior (em parcela única) custaria um valor estimado em NOK 265 milhões. Isso pode reduzir (efeito de 14% nos acidentes – já subtraído o efeito dos 36% já equipados) o número oficial de acidentes do tipo colisão traseira em cerca de 100 por ano. O valor presente da economia nos custos

destes acidentes, contados por 7,5 anos (presume-se que a instalação da terceira luz de freio em veículos que não a tenham envolve principalmente veículos mais velhos, com vida útil restante menor que os veículos novos), com juros de 7% é de aproximadamente NOK625 milhões. Soma-se a isso a economia dos custos de acidentes com danos materiais, que é estimada em cerca de NOK470 milhões. Ao todo, o benefício é de NOK 1.095.000. Isso fornece uma relação custo-benefício de aproximadamente 4,1.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Uma possível imposição do uso da terceira luz de freio na Noruega deve ser adotada pela Agência de Administração de vias Públicas da Noruega. Em alguns modelos, este item já é padrão. Caso contrário, dependerá de cada proprietário de veículo.

Requisitos e procedimentos formais

Requisitos de iluminação de veículos estão especificados na Regulamentação de Veículos, Seção 28. É permitida a montagem de duas luzes extras de freio superiores.

Responsabilidade pela execução da medida

A importadora de veículos é responsável pelo cumprimento, nos veículos novos de fábrica em todos os momentos, das homologações concedidas. O proprietário do veículo é responsável por garantir que o veículo esteja em bom estado de funcionamento.

4.5 FARÓIS DIURNOS EM VEÍCULOS

O capítulo foi revisado em 2014 por Alena Høy (TØI)

Mostrou-se que o uso de faróis diurnos, ou seja, iluminação de condução na frente do veículo durante o dia, reduz em torno de 12% o envolvimento em colisões frontais e laterais à luz do dia para alguns veículos, o que também se aplica aos acidentes em condições de visibilidade difíceis mesmo à luz do dia. Para colisões entre veículos e pedestres ou ciclistas, foi encontrada uma redução de cerca de 20%. Colisões entre automóveis e motos não

parecem ser afetadas pelo fato de os veículos utilizarem faróis diurnos. Também foi mostrado que a imposição de faróis diurnos reduz colisões frontais e laterais, acidentes em tempo chuvoso e colisões entre veículo e pedestre ou ciclista à luz do dia, mas os efeitos são menores que os efeitos do uso de faróis diurnos para alguns veículos em particular. Para colisões frontais e laterais à luz do dia, a redução é de cerca de 6-7%. Colisões entre automóveis e motos não parecem ser afetadas. Os resultados não indicam que haja diferenças no impacto entre diferentes graus de lesão ou entre diferentes tipos de faróis de condução (faróis baixos vs faróis especiais diurnos, por exemplo). O uso de faróis de circulação diurna implica apenas um ligeiro aumento no consumo de combustível, e faróis diurnos especiais consomem muito menos que o farol baixo. Se é economicamente rentável que todos os veículos da Noruega usem faróis diurnos especiais, dependerá do custo. Se assumirmos uma redução no número de acidentes com vários veículos à luz do dia em 4%, os faróis na frente do veículo não serão economicamente rentáveis caso todos usem faróis baixos como faróis diurnos, mas poderá ser rentável se muitos usarem farol diurno especial.

Problema e finalidades

Muitos acidentes de trânsito ocorrem porque os usuários não percebem uns aos outros a tempo, ou em nenhum momento. Isso se aplica tanto a acidentes de tráfego no escuro quanto a acidentes de trânsito a luz do dia. A visibilidade de veículos é, portanto, um dos fatores que afetam o acidente (Attwood, 1981; Rumar, 1980; Helmers, 1988; NHTSA, 2000). Aproximadamente 47% de todos os acidentes com danos pessoais relatados à polícia na Noruega são acidentes com vários veículos envolvidos e à luz do dia (com base em dados de acidentes 2008-2012). Os olhos respondem a contrastes e alterações de contrastes no seu campo de visão. Quando as condições de iluminação são particularmente difíceis, como ao entardecer, com chuva ou nevoeiro, todos os elementos de tráfego são mais difíceis de detectar. Um farol forte quando o sol está baixo sobre o horizonte também torna difícil distinguir diferentes elementos de trânsito no ambiente. Essas condições só ocorrem com maior frequência em países em altas latitudes norte do que em outros países (Nordisk Trafikksikkerhetsråd, 1976; Koornstra, 1993). O uso de faróis diurnos no carro sob todas as condições de iluminação reduzirá o número de acidentes com vários veículos envolvidos por aumentar a

visibilidade dos veículos envolvidos, tornando-os, assim, mais fácil de serem detectados a tempo.

Descrição da medida

Farol diurno é a iluminação frontal do veículo automotor que permanece acesa durante a condução à luz do dia. Na Noruega é obrigatório que o farol alto, farol baixo ou faróis diurnos homologados estejam sempre acesos durante a condução de um veículo automotor (trafikkreglene, § 15). Os faróis traseiros, de acordo com o regulamento de veículos (§ 4.28), devem estar sempre acesos quando os faróis baixos estiverem ligados. Nos outros países existem os mesmos tipos de faróis diurnos, mas nem sempre é padrão ou obrigatório que os faróis traseiros também estejam acesos durante a condução com faróis diurnos.

Os países escandinavos foram os primeiros a tornar obrigatório o uso de faróis diurnos. Na Finlândia o uso de faróis diurnos no inverno é obrigatório em rodovias desde 1972 e na Suécia o uso de faróis diurnos é obrigatório em todas as vias desde 1977. Na Noruega desde 1º de janeiro de 1985 introduziu-se a exigência de que todos os veículos novos deveriam ter acendimento automático dos faróis diurnos. Esta exigência foi revogada a partir da assinatura do Acordo da EEE, mas a maioria dos comerciantes ainda oferece carros com faróis diurnos automáticos. O uso obrigatório de faróis diurnos para todos os veículos foi introduzido em 1º de abril de 1988. Seu uso aumentou durante este período de 30% para 35% em 1980-81; de 60% para 65% em 1984-85 e de 90% para 95% em 1989-1990 (Vaaje, 1986; Elvik, 1993). Hoje em dia quase todos os automóveis são conduzidos com faróis diurnos.

Vários outros países europeus também introduziram requisitos para estes faróis diurnos. Em 2013 eles se tornaram obrigatórios em todas as vias e sob todas as condições de iluminação em 12 países da UE (Bulgária, Dinamarca, Estônia, Finlândia, Letônia, Lituânia, Noruega, Polônia, Eslovênia, Eslováquia, Suécia e República Tcheca) e obrigatórios em rodovias em três países da UE (Hungria, Itália e Romênia; SWOV, 2013). Na Europa todos os veículos novos a partir de 2011 vêm equipados com faróis diurnos automáticos eficientes (SWOV, 2013). No Canadá dirigir com faróis diurnos especiais é obrigatório desde 1989 (Tofflemire & Whitehead, 1997).

Impacto sobre os acidentes

O impacto dos faróis diurnos nos acidentes foi pesquisado em dois tipos de estudos: o primeiro estudou o impacto no risco de acidente dos próprios veículos com o uso de faróis diurnos durante o dia (impactos individuais); o segundo estudou o impacto no número total de acidentes em um país como resultado da obrigatoriedade de seu uso (impactos combinados). A maioria das pesquisas avaliou o impacto dos faróis diurnos em tipos específicos de acidentes (tais como acidentes com outros envolvidos) à luz do dia e também forneceram os índices para o mesmo tipo de acidente no escuro; o número de acidentes de controle (geralmente acidentes com um único veículo) à luz do dia e no escuro e todos os tipos de acidentes à luz do dia e no escuro para veículos sem faróis diurnos. Assim, é possível calcular seu efeito de várias maneiras. Os resultados dos diferentes métodos de cálculo diferem em parte, sem que haja nenhuma diferença sistemática ou que se possa designar um método de cálculo como sendo o melhor (Elvik et al., 2003). As tabelas abaixo mostram, pois, os resultados que são baseados em estudos que se acredita que foram controlados pelo máximo de fatores possíveis e são fornecidas ambas as estimativas, conservadora e otimista, baseando-se nas mesmas análises, mas com diferentes métodos de cálculo.

Os **impactos individuais** dos faróis diurnos são estimados tal como mostra a Tabela 4.5.1, baseados nos seguintes estudos:

Cantilli, 1965 (EUA);
 Cantilli, 1970 (EUA);
 Stein, 1985 (EUA);
 Sparks et al., 1989 (Canadá);
 Schützenhöfer et al., 1990 (Áustria);
 Kuratorium für Verkehrssicherheit, 1993 (Áustria);
 Sparks et al., 1993 (Canadá);
 Tofflemire e Whitehead, 1997 (Canadá);
 NHTSA, 2000 (EUA);
 Bergkvist, 2001 (EUA);
 Farmer & Williams, 2002 (EUA);
 Thompson, 2003 (EUA);
 Tessmer, 2004 (EUA);
 Wang, 2008 (EUA) e
 Krajizec & Schears, 2010 (EUA).

Os resultados se baseiam em diferentes métodos de cálculo e supõe-se que, com exceção das colisões traseiras, haja entre eles uma concordância relativamente boa.

TABELA 4.5.1: IMPACTOS EM DIFERENTES ACIDENTES À LUZ DO DIA COM FARÓIS DIURNOS DO VEÍCULO ACESO, IMPACTO INDIVIDUAL.

Tipos de acidente sobre os quais atuam	Grau de lesão	Porcentual de alteração no índice de acidentes			
		Estimativa otimista	Incerteza da medida	Estimativa conservadora	Intervalo de confiança
Acidentes com outros veículos envolvidos	Não especificado	-7	(-17; +5)	-6	(-16; +5)
Colisões frontais/laterais	Não especificado	-13	(-14; -12)	-12	(-14; -10)
Acidentes ao amanhecer/entardecer	Não especificado	-9	(-16; -1)		
Acidentes com outros veículos envolvidos em clima chuvoso	Não especificado	-12	(-16; -8)		
Colisões traseiras	Não especificado	-11	(-22; +3)	-1	(-9; +9)
Acidentes entre automóvel e moto	Não especificado	-2	(-13; +10)	0	(-8; +8)
Acidentes entre automóvel e bicicleta	Não especificado	-42	(-48; -35)		
Acidentes entre automóvel e pedestre	Não especificado	-24	(-39; -4)	-23	(-37; -7)
Acidentes entre automóvel e pedestre/bicicleta	Não especificado	-19	(-27; -9)	-18	(-29; -6)

Tipos de acidentes: todos os resultados aplicam-se a acidentes à luz do dia. A maioria dos resultados sugere que os veículos com faróis diurnos sejam menos envolvidos em acidentes do que os veículos sem estes faróis e a maioria dos resultados é estatisticamente significativa. Para colisões frontais e laterais, foram encontradas reduções entre 12% e 13%. No caso de acidentes com outros veículos envolvidos em condições difíceis de visibilidade (amanhecer, anoitecer, chuva), os impactos são quase iguais. Estes são os tipos de acidentes que se espera que sejam mais afetados pela iluminação. Para o número total de acidentes com outros veículos envolvidos, verificou-se uma redução menor e não significativa, entre 6% e 7%, embora também tenha sido encontrada uma redução relativamente grande do número de colisões traseiras. Ela, contudo, não é estatisticamente significativa (e a estimativa conservadora não indica nenhum impacto). Espera-se que acidentes envolvendo colisões traseiras não sejam afetados pelo uso de faróis diurnos (em muitos países, só se aplica o uso de faróis diurnos frontais e os faróis traseiros não se acendem ao dirigir com os faróis diurnos).

Para colisões entre automóvel e motos não foi encontrado nenhum impacto. Assim, os resultados tampouco sugerem que os faróis diurnos nos automóveis afetem a segurança dos motociclistas de maneira negativa. Argumenta-se, por vezes, que estes faróis nos automóveis anulem a vantagem do farol diurno da moto e que as motos tornem-se menos perceptíveis no trânsito (Williams, 2005). Estudos sobre o comportamento do condutor apresentam resultados contraditórios. Cavallo e Pinto (2012) mostraram, em um estudo experimental, que os faróis de circulação diurnos em veículos poderiam

torná-los mais difíceis de serem detectados por motocicletas e bicicletas/pedestres. Brouwer et al. (2004), todavia, mostraram que as motocicletas são mais fáceis de detectar quando os carros são conduzidos com faróis diurnos do que sem, independente de as motos terem ou não farol diurno.

Para colisões entre automóvel e pedestre ou ciclista, no entanto, a maioria dos resultados sugere que o número de acidentes deste tipo está diminuindo e que nessas colisões o impacto parece ser maior do que o impacto sobre as colisões frontais e laterais. Os resultados relativos a colisões entre automóvel e pedestre ou ciclista são baseados nos resultados incluídos acima, de veículo e pedestre e automóvel e bicicleta, junto com alguns resultados que se aplicam a ambos os tipos de colisão.

Graus de lesão: entre os diferentes graus de lesão, não se provou haver qualquer diferença consistente (acidentes fatais, acidentes com feridos, acidentes com danos materiais, grau não especificado de lesão). Os resultados para todos os graus de lesão estão, portanto, misturados. Vários estudos forneceram resultados para diferentes graus de lesão. Ao comparar os resultados entre os graus de lesão, eles divergem e, portanto, não é possível tirar nenhuma conclusão sobre os diferentes efeitos para diferentes graus de lesão. Sparks et al. (1989) encontraram impactos significativamente maiores em acidentes com danos materiais do que em acidentes sem danos materiais; nos estudos de Schützenhof et al. (1989) e Tessmer (2004) há apenas pequenas diferenças nos impactos entre os diferentes graus de lesão; enquanto Krajžec & Schears (2010) encontraram um impacto maior para acidentes com danos materiais do que para acidentes fatais. Wang (2008) encontrou

um impacto maior sobre acidentes fatais entre automóvel e pedestre do que em acidentes menos graves também entre automóvel e pedestre, mas apenas diferenças inconsistentes entre os graus de lesão de outros tipos de acidentes.

Tipos de farol diurno: a maioria dos estudos não especificou o tipo de farol diurno examinado (farol especial diurno ou farol baixo que liga automaticamente quando o motor arranca, por exemplo). Portanto, não é possível tirar conclusões sobre qual tipo de farol diurno tem o maior impacto ou se, por exemplo, este farol baixo tem maiores efeitos indesejados do que os faróis diurnos especiais. Estudos experimentais não encontraram nenhuma diferença em como faróis diurnos, convencionais ou especiais afetam a facilidade com que os veículos são vistos sob boas condições de iluminação (Schönebeck et al., 2005).

Os **impactos combinados** dos faróis diurnos são estimados como mostra a tabela 4.5.2, com base nos seguintes estudos:

- Allen & Clark, 1964 (EUA);
- Andersson et al., 1976 (Finlândia);
- Andersson & Nilsson, 1981 (Suécia);
- Vaaje, 1986 (Noruega);
- Hocherman & Hakkert, 1991 (Israel);
- Elvik, 1993 (Noruega);
- Hansen, 1993 (Dinamarca);
- Hansen, 1995 (Dinamarca);
- Arora et al., 1994 (Canadá);
- Hollo, 1995 (Hungria);
- Hollo, 1998 (Hungria);
- Winkelbauer, 2007 (Áustria) e
- Bullough, 2012 (EUA).

Quanto aos resultados para os impactos individuais dos faróis diurnos, é certo que a maioria deles se ba-

seou em diferentes métodos de cálculo e, com poucas exceções (colisões frontais e laterais, acidentes entre automóvel e moto), houve relativamente boa concordância entre os resultados para os diferentes graus de lesão que foram combinados.

Tipos de acidente: a maioria dos resultados sugere que a imposição de faróis diurnos reduza o número de acidentes. Os impactos são menores do que os impactos individuais e a maioria dos resultados não é estatisticamente significativa, com duas exceções (colisões frontais e laterais e acidentes com vários veículos envolvidos em clima chuvoso). Colisões frontais e laterais são os tipos de acidente sobre os quais se esperaria que o impacto dos faróis diurnos fosse maior (ver tópico anterior). Para colisões traseiras e colisões entre automóveis e motos, os resultados indicam que os faróis diurnos não têm qualquer impacto. Jenness et al. (2011) mostraram que o uso de faróis diurnos nos veículos pode causar um aumento no risco de acidente para os motociclistas em rodovias (os resultados são incertos), mas que este impacto não existe fora dessas regiões.

Impactos combinados vs individuais: que a obrigatoriedade de faróis diurnos tenha um impacto menor no número total de acidentes do que no veículo individualmente e na possibilidade de seu envolvimento em acidentes pode indicar que essa obrigatoriedade não implica necessariamente em um aumento do uso de faróis diurnos de 0% para 100%. Outra explicação possível é que os faróis diurnos têm um maior impacto para o veículo individual quando poucos outros veículos o utilizam; enquanto veículos sem esses faróis têm um risco maior de acidentes, quando o percentual de veículos com faróis diurnos aumenta. Elvik et al. (2003) mostraram que o percentual de aumento do uso de faróis diurnos não têm ligação com o impacto sobre os acidentes que foram encontrados em alguns estudos.

TABELA 4.5.2: IMPACTO SOBRE O ÍNDICE DE ACIDENTES À LUZ DO DIA DOS FARÓIS DIURNOS NO VEÍCULO, IMPACTO COMBINADO.

Tipos de acidente sobre os quais atuam	Grau de lesão	Porcentual de alteração no número de acidentes			
		Estimativa otimista	Incerteza na medida	Estimativa conservadora	Intervalo de confiança
Acidente com outros veículos envolvidos	Não especificado	-4	(-7; +15)	-3	(-7; +1)
Acidentes com outros veículos envolvidos em clima chuvoso	Acidentes fatais	-17	(-27; -7)	-8	(-18; +3)
Colisões frontais/laterais	Não especificado	-6	(-12; 0)	-2	(-9; +5)
Colisões traseiras	Não especificado	+2	(-5; +10)		
Acidentes entre automóvel e moto	Não especificado	+1	(-8; +10)	+2	(-3; +7)
Acidentes entre automóvel e bicicleta	Não especificado	-10	(-23; +4)	-2	(-5; +2)
Acidentes entre automóvel e pedestre	Não especificado	-9	(-19; +3)		

“Wipers-on-headlamps-on”: o resultado relativo a acidentes com vários veículos envolvidos em clima chuvoso é baseado no estudo de Bullough (2012). Nele, o impacto da lei chamada “wiper-on-headlamps-on” foi examinado, ou seja, a obrigação de que, uma vez ativados os limpadores de para-brisa, os faróis diurnos devem ser acesos.

Tipos de faróis diurnos: há pouca informação sobre os tipos de faróis utilizados nos estudos sobre acidentes. Tanto para os impactos combinados quanto para os efeitos individuais dos faróis diurnos, não foi encontrada nenhuma diferença entre os resultados de estudos mais antigos e mais recentes. Em pesquisas recentes, o porcentual de veículos com faróis diurnos é provavelmente maior (no lugar, por exemplo, do farol baixo). Que estudos mais recentes e mais antigos tenham encontrado aproximadamente os mesmos efeitos não indica, portanto, que os faróis diurnos especiais não sejam mais nem menos eficazes do que outros tipos de faróis.

Os impactos em longo e curto prazo: Elvik et al. (2003) examinaram o impacto da obrigatoriedade de faróis diurnos desaparecer ao longo do tempo. Isso poderia ser o resultado do efeito de habituação. Os resultados dos vários estudos diferem e, portanto, não é possível tirar conclusões gerais sobre os efeitos em longo prazo.

Campanha: Lassarre (2002) pesquisou o impacto de uma campanha para maior utilização de faróis diurnos. Acidentes com vários veículos envolvidos em rodovias com vítimas sob boas condições climáticas foram reduzidos em 6%, mas este resultado não é estatisticamente significativo (intervalo de confiança de 95% [-19; +8]). Acidentes fatais em rodovias com clima bom foram reduzidos em 59% [-76; -30]. A taxa dos que usam faróis diurnos tinha aumentado aproximadamente de zero a 22%.

Impacto na mobilidade

Não há evidência de qualquer impacto na mobilidade com o uso de faróis diurnos nos veículos.

Impacto no meio ambiente

O uso de faróis diurnos leva a um pequeno aumento no uso de combustível. O consumo de combustível representa aproximadamente 1,3% para faróis

diurnos convencionais; 0,3% para faróis diurnos especiais com lâmpadas e 0,1% para faróis diurnos de LED (Schönebeck et al., 2005). O aumento do consumo de combustível em litros por 100 quilômetros em veículos a gasolina e diesel são, respectivamente, 0,207 e 0,142, ao usar faróis baixos como faróis diurnos; 0,052 e 0,036, utilizando faróis diurnos especiais (não de xênon) e 0,021 e 0,014, usando faróis diurnos de LED.

Custos

Os custos do uso de faróis diurnos à luz do dia são relativamente pequenos. Segundo ETSC (2003), o custo médio por veículo por ano é de NOK 140 para veículos leves e NOK 330 para veículos pesados (média de NOK 145 por veículo). Supõe-se que faróis baixos convencionais sejam usados como faróis diurnos. O uso de faróis diurnos especiais, que têm consumo de combustível muito mais baixo, resultará em custos ainda mais baixos.

Avaliações de custo-benefício

Foi feito um cálculo que mostra os possíveis efeitos econômicos de faróis diurnos para veículos de passeio e vans. Os potenciais benefícios socioeconômicos são estimados utilizando-se as seguintes suposições: em 2012 foram registrados cerca de 2,86 milhões de carros e vans na Noruega; o número anual de mortos ou feridos em veículos de passeio e vans em acidentes com vários veículos envolvidos à luz do dia foi, em média, 2.748 nos anos de 2007 a 2012. Os custos dos danos por pessoa morta ou ferida estão descritos em Veisten et al. (2010). Acredita-se que o número de mortos ou feridos tenha tido uma redução de 6% com a utilização de faróis diurnos (este é o resultado de dois estudos que apresentaram os impactos para graus de lesão individuais; estes impactos se referem a acidentes com vários veículos envolvidos à luz do dia. Assume-se, ainda, que todos os carros e vans hoje usem faróis diurnos. Com estas suposições, se nenhum veículo de passeio nem van tivesse usado faróis diurnos, teria havido 175 pessoas mortas ou feridas a mais por ano, o que equivale a um acréscimo nos custos de danos de NOK 70 por veículo de passeio ou van registrados. Isso sugere que os custos dos acidentes sejam inferiores em relação aos custos estimados para o uso de faróis diurnos (custos de combustível). O cálculo não leva em conta que mesmo as pessoas em outros grupos de

usuários da via, especialmente pedestres e ciclistas, provaram estar menos expostos a lesões quando os veículos usam faróis diurnos. A economia com gastos de acidentes, consequentemente, poderá ser então maior do que a matemática sugere. Além disso, é possível que os faróis diurnos tenham um impacto maior sobre os acidentes mais graves. Se assim for, a economia, então, poderá ser ainda maior do que a matemática sugere. Os custos médios estimados de NOK 140 por veículo e por ano provavelmente são mais baixos na prática, pois um crescente percentual de veículos utiliza faróis diurnos especiais, que possuem um consumo significativamente menor de energia que os faróis baixos (o custo é baseado no uso de farol baixo). Assim, pode ser socioeconomicamente rentável que todos os carros e vans utilizem faróis diurnos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A exigência de utilização de faróis diurnos durante o dia foi aprovada pelo Ministério dos Transportes, que tem autoridade para mudar as regras de trânsito.

Requisitos e procedimentos formais

Os faróis diurnos para veículos devem satisfazer as necessidades dos regulamentos de veículos (§ 28-1). Na Europa, agora são produzidos faróis diurnos com baixo consumo de energia (DRL, *Day Running Time Light*) e os requisitos para eles são fornecidos no Regulamento CEE nº 87 e as instruções de instalação podem ser encontradas no Regulamento CEE nº 48. Estas determinações foram aplicadas nos regulamentos de veículos. Como faróis diurnos, podem-se utilizar ainda faróis baixos com tensão reduzida, faróis diurnos montados separadamente ou faróis de curva ou nevoeiro. Faróis de curva ou nevoeiro devem ter o selo EU. Nos regulamentos do veículo há um panorama geral sobre a iluminação anteriormente aprovada.

Responsabilidade pela execução da medida

Os proprietários de veículos são responsáveis por acender os faróis diurnos. No caso da não-utilização dos referidos faróis, pode-se estar sujeito a uma multa. A multa para o ano de 2014 foi de NOK 2.000.

4.6 FARÓIS DIURNOS EM CICLOMOTORES E MOTOCICLETAS

O capítulo foi revisado em 2014 por Alena Høyve (TØI)

O uso do farol diurno em ciclomotores e motocicletas, ou seja, iluminação frontal durante a condução à luz do dia, tem sido responsável por reduzir seu envolvimento em acidentes com outros veículos à luz do dia em cerca de 40%, enquanto a obrigatoriedade do farol diurno tem sido responsável por reduzir o número total do mesmo tipo de acidentes em 10%. Acidentes individuais também parecem ter sido reduzidos, embora não esteja claro por que o farol diurno afetaria estes acidentes. Além disso, alguns resultados sugerem que o efeito é maior em acidentes mais graves. Embora os resultados sejam incertos, acredita-se ser socioeconomicamente rentável que ciclomotores e motocicletas usem faróis diurnos.

Problema e finalidades

Ciclomotores e motocicletas são mais difíceis de serem detectados no trânsito do que outros veículos, em parte porque são menores. Cerca de dois terços de todas as colisões entre uma motocicleta e outro veículo são causados pelo outro veículo, muitas vezes porque o condutor deste não viu a moto (Clarke et al., 2007; Haque et al., 2009; Nordkvist & Gregersen, 2010; de Roma & Senserrick, 2009; Vlahogianni et al., 2012). Vários estudos mais antigos mostraram que a má condição de visibilidade é um fator que contribui para muitos acidentes envolvendo ciclomotores e motocicletas (Janoff et al., 1970; Williams & Hoffman, 1979; Thomson, 1980; Dahlsedt, 1986; Olson, 1989; Wulf et al., 1989). Acidentes de motocicleta geralmente são mais graves sob condições de visibilidade difíceis (Geedipally et al., 2011). Pode-se aumentar a visibilidade de ciclomotores e motocicletas de várias maneiras; uma delas é a utilização de faróis diurnos durante o dia todo. A finalidade do uso obrigatório de faróis diurnos de dia é reduzir os acidentes, tornando estes veículos mais fáceis de serem detectados no trânsito.

Descrição da medida

Por faróis diurnos entende-se a utilização de um ou mais faróis ao conduzir durante a luz do dia. O uso do farol diurno tornou-se obrigatório para ciclomo-

tores e motocicletas na Noruega em 1º de outubro de 1978. Decretos semelhantes foram introduzidos em vários outros países, incluindo os demais países nórdicos, muitos estados dos EUA e na Malásia.

A introdução do decreto na Noruega levou a um aumento no uso de faróis diurnos em motos e ciclomotores de 29% em 1978 para 75% imediatamente após sua introdução e para 57% em 1979 (Muskaug et al., 1979). Não há registros recentes, mas hoje a taxa de ciclomotores e motocicletas que apresentam a utilização de farol diurno deve estar provavelmente entre 90 e 100%.

Impacto sobre os acidentes

O impacto dos faróis diurnos nos acidentes de ciclomotores e motos foram estudados em dois tipos de pesquisas. Uma delas estudou o impacto no risco de acidentes de ciclomotores e motocicletas com o uso de faróis diurnos durante o dia (impactos individuais); a segunda estudou o impacto no número total de acidentes em um país como resultado do uso obrigatório dos faróis diurnos (impactos combinados).

Os **impactos individuais** dos faróis diurnos, resumidos na tabela 4.6.1, foram baseados nos seguintes estudos:

Vaughan et al., 1977 (Austrália);
Hurt et al., 1981 (EUA);
Haworth et al., 1997 (Austrália);

Bijleveld, 1997 (Áustria, Dinamarca);
Wells et al., 2004 (Nova Zelândia) e
McCarthy et al., 2007 (Grã-Bretanha).

Os **impactos combinados** dos faróis diurnos, resumidos na tabela 4.6.1, foram baseados nos seguintes estudos:

Janoff et al., 1970 (EUA);
Lalani, 1978 (Grã-Bretanha);
Waller & Griffin, 1981 (EUA);
Muller, 1982 (EUA);
Muller, 1985 (EUA);
Zador, 1985 (EUA);
Radin Umar et al., 1995 (Malásia);
Radin Umar et al., 1996 (Malásia);
Yuan, 2000 (Singapura);
Radin Umar, 2005 (Malásia) e
Motoki et al., 2006 (Japão).

Os resultados para os impactos individuais mostram uma grande e estatisticamente significativa redução (-43%) no número de acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia para ciclomotores e motocicletas. Também para os acidentes individuais, foi encontrada uma grande redução, mas esta não é estatisticamente significativa. Para o número total de acidentes, foi encontrada uma redução altamente significativa, que é ainda maior que a redução do número de acidentes com outros envolvidos à luz do dia.

Os resultados para os efeitos combinados mostram uma diminuição no número de acidentes com ou-

TABELA 4.6.1: IMPACTOS DO FAROL DIURNO DE CICLOMOTORES E MOTOCICLETAS NO NÚMERO DE ACIDENTES (TODOS OS GRAUS DE LESÃO) À LUZ DO DIA.

Tipos de acidente	Alteração porcentual no número de acidentes		
	Graus de lesão	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Impactos individuais (todos os estudos)			
Acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia	Todos os graus de lesão	-43	(-65; -5)
Acidentes individuais à luz do dia	Todos os graus de lesão	-34	(-63; +17)
Todos os acidentes sob quaisquer condições de iluminação	Todos os graus de lesão	-53	(-74; -15)
Impactos combinados			
Acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia	Todos os graus de lesão	-10	(-14; -6)
Acidentes individuais	Todos os graus de lesão	-5	(-10; +0)
Todos os acidentes sob quaisquer condições de iluminação	Todos os graus de lesão	-11	(-15; -7)
Impactos combinados (Yuan, 2000)			
Acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia	Acidentes fatais	-45	(-68; -4)
Acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia	Acidentes com feridos graves	-30	(-49; -4)
Acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia	Acidentes com feridos leves	+3	(-6; +12)

tros veículos envolvidos à luz do dia de 10%, o que em termos estatísticos é significativo. O número de acidentes individuais também parece ter sido reduzido (menos que os acidentes com outros veículos envolvidos e quase de modo estatisticamente significativo). Para todos os acidentes, verificaram-se reduções impactantes que foram quase tão grandes quanto a redução encontrada para acidentes com outros envolvidos à luz do dia.

Tipos de acidente: que o número de acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia tenha sido reduzido, era de se esperar. Faróis diurnos tornam ciclomotores e motocicletas mais visíveis à luz do dia e, portanto, particularmente os acidentes à luz do dia em que dois veículos colidem (colisões, acidentes associados à curva, à esquerda, etc.) e colisões laterais em ângulos retos, são os acidentes que se acreditam mais afetados pelos faróis diurnos. Também foram encontradas reduções no número de acidentes com um único veículo à luz do dia e parece ilógico que o impacto no número total de acidentes (independente das condições de iluminação) pareça ser tão grande quanto (ou maior que) o impacto em acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia. Os resultados, no entanto, são geralmente muito heterogêneos, sem que seja possível encontrar quaisquer diferenças sistemáticas entre os estudos que poderiam explicar essa heterogeneidade. É possível, portanto, que as diferenças entre os vários tipos de acidentes também sejam, até certo ponto, resultado do acaso. Consequentemente, é preciso também ter cuidado para não se generalizarem os impactos encontrados por acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia.

Graus de lesão: pode-se supor que o efeito dos faróis diurnos seja maior sobre acidentes mais graves. Se os ciclomotores e as motocicletas com farol diurno forem mais visíveis e puderem ser mais facilmente percebidos a tempo, os outros veículos poderão frear ou manobrar à distância. Assim, mesmo que nem sempre o acidente possa ser evitado, estando-se a uma velocidade mais baixa, o grau de lesão geralmente pode diminuir. No entanto, quando se olha para os resultados de todos os estudos em conjunto, vê-se que não foram encontradas diferenças sistemáticas entre os impactos de diferentes graus de lesão e os impactos para todos os graus de lesão; assim, eles foram reunidos na tabela 4.6.1. Foram encontrados apenas dois estudos que deram os impactos para diferentes graus de lesões e ambos encontraram maiores impactos em acidentes mais

graves (todos os resultados aplicam-se a acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia). Os resultados de Yuan (2000) mostram uma grande diminuição do número de acidentes fatais e impactos menores em acidentes menos graves (tabela 4.6.1). Quddus et al. (2002) estudaram os efeitos individuais do farol diurno para ciclomotor e motocicleta e encontraram uma redução no número de acidentes fatais de 21%, uma redução no número de acidentes com lesões graves de 16% e um número praticamente inalterado de acidentes com ferimentos leves. Quddus et al. (2002) não forneceram os intervalos de confiança e os resultados; por conseguinte, não estão incluídos nos impactos reunidos na tabela 4.6.1.

Impactos individuais vs combinados: é esperado que os impactos individuais dos faróis diurnos sobre ciclomotores e motocicletas pareçam ser maiores do que os impactos combinados, principalmente porque a introdução da obrigatoriedade do farol diurno geralmente não levaria a um aumento na utilização dos mesmos de zero a 100% (conforme capítulo 4.5). A maioria dos estudos sobre os efeitos combinados não forneceu o percentual de utilização dos faróis antes e depois da introdução da obrigatoriedade. Portanto, não é possível encontrar qualquer correlação entre as alterações nos índices de acidentes e o uso de faróis diurnos em relação à introdução da imposição.

Uso de faróis diurnos entre outros veículos motorizados: nenhum dos estudos forneceu o percentual de outros veículos que usam faróis diurnos, mas provavelmente ele é baixo, pois estes faróis não são obrigatórios em alguns dos países em que os estudos foram realizados. Portanto, não é possível examinar como o percentual de outros veículos com faróis diurnos afeta o impacto do farol diurno em ciclomotores e motocicletas. Também não é possível concluir que o impacto de faróis diurnos em ciclomotores e motocicletas seja como mostra a tabela 4.6.1 quando a maioria dos outros veículos também utiliza luzes diurnas.

Diferentes tipos de faróis frontais: diferentes formas alternativas de faróis em motocicletas têm-se mostrado, em estudos experimentais, favoráveis para tornar mais fácil sua detecção no trânsito, especialmente quando outros veículos também utilizam faróis diurnos (Pinto et al., 2014; Rößger et al., 2012). Contudo, os resultados, de acordo com Craen et al. (2011), devem-se em parte à configuração não convencional de faróis alternativos,

que geraram um efeito de surpresa nos condutores e, portanto, é difícil extrair qualquer conclusão sobre os possíveis impactos (a longo prazo) nos acidentes.

Impacto na mobilidade

Não há nenhum impacto documentado do uso de farol diurno em ciclomotores e motocicletas na mobilidade à luz do dia.

Impacto no meio ambiente

Não há nenhum impacto documentado em relação ao meio ambiente à luz do dia quanto à utilização de farol diurno em ciclomotores e motocicletas. O uso de farol diurno provoca um ligeiro aumento no consumo de combustível.

Custos

Com base nas informações fornecidas pelo ETSC (2003), o custo anual da utilização de faróis diurnos durante o dia em ciclomotores e motocicletas é estimado em aproximadamente NOK 80. Para automóveis, o custo médio é estimado em NOK 140 por ano por veículo. Os custos dependem da quilometragem e, uma vez que ela é consideravelmente mais elevada em média para automóveis do que para ciclomotores ou motocicletas, os custos anuais consequentemente serão para eles significativamente menores do que para os automóveis.

Avaliações de custo-benefício

Com base nos resultados incertos do impacto sobre o número de acidentes e as incertezas em relação ao impacto de quando também a maioria dos outros veículos utiliza faróis diurnos e uma falta de dados relativos aos custos reais, é difícil fazer uma análise de custo-benefício. Foi feito, ademais, um cálculo que mostra os possíveis efeitos socioeconômicos do farol diurno em ciclomotores e motocicletas. Os potenciais benefícios socioeconômicos são estimados segundo as seguintes premissas: em 2012, foram registrados em torno de 317 mil ciclomotores, motocicletas leves e pesadas; o número anual de vítimas fatais ou feridos em acidentes com outros veículos envolvidos à luz do dia com estes veículos é em média de 431 (destes, 58 mortos ou gravemente feri-

dos) entre 2007 e 2012. Os custos por pessoa morta ou ferida foram descritos em Veisten et al. (2010). Acredita-se que o número de mortes tenha sido reduzido em 21 ou 45%; o número de gravemente feridos, em 16 ou 30%; já o número de lesões mais leves, acredita-se que se tenha mantido inalterado com o uso de faróis diurnos (este é o resultado dos dois estudos que deram os impactos para os graus de lesões; os impactos aplicam-se a acidentes com outros envolvidos à luz do dia). Assume-se, ainda, que todos os ciclomotores e motocicletas usados usem farol diurno atualmente. Nessas condições, se nenhum ciclomotor ou motocicleta tivesse usado farol diurno, teria havido 12 ou 29 mortos ou feridos a mais por ano, o que equivale a um custo de danos de NOK 560 ou NOK 1.470 por ciclomotor/motocicleta registrado, dependendo do impacto esperado dos acidentes. Assim, os custos evitados de acidentes são substancialmente mais elevados que os custos estimados para a utilização dos faróis diurnos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A exigência de utilização de faróis diurnos durante o dia foi aprovada pelo Ministério dos Transportes. Este é o Ministério que tem autoridade para alterar as regras de trânsito.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos técnicos para os faróis veiculares estão na regulamentação de veículos. No lugar do farol diurno, pode ser usado o farol baixo, o farol baixo com tensão reduzida, o farol diurno especial ou o farol de curva/nevoeiro. Faróis diurnos especiais devem ter o número de aprovação da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega inscrito na lente. Faróis de curva/nevoeiro devem ter a marca da UE. As disposições veiculares contêm uma lista de faróis diurnos aprovados.

Responsabilidade pela execução da medida

O condutor do ciclomotor ou da motocicleta é responsável por acender o farol diurno. A não-utilização do referido farol à luz do dia pode levar à imposição de uma multa. Atualmente ela é de NOK 2.000.

4.7 MELHORIA NOS EQUIPAMENTOS DE ILUMINAÇÃO DOS AUTOMÓVEIS

O capítulo foi revisado em 2010 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Ao dirigir no escuro em vias sem iluminação, o condutor tem apenas a visão do trecho iluminado pelos faróis. Ao mesmo tempo, a capacidade dos olhos de perceber contrastes é inferior em relação à luz do dia. A distância necessária para perceber e visualizar objetos ou pessoas é mais curta à noite que à luz do dia.

Um estudo com dados de acidentes da Noruega, Suécia e Países Baixos mostra que o risco de acidente no escuro aumenta cerca de 30% em área urbana e cerca de 50% em zonas rurais (Johansson, Wanvik & Elvik, 2009). Os pedestres têm de 3 a 6,75 vezes mais risco de serem atropelados no escuro que à luz do dia (Ward et al., 1994; Sullivan & Flannagan, 2002). Cerca de 30% dos registros policiais de acidentes correspondem a acidentes com feridos no escuro.

Na condução com farol baixo, a distância de visibilidade é de 30 a 50 metros, dependendo se os faróis são adequados ou não. A uma velocidade de 50 km/h, isso significa que o condutor tem menos de 4 segundos para parar o veículo, caso apareça um obstáculo imprevisto na via. Em velocidades mais elevadas, o tempo disponível é ainda mais curto. No escuro, dirige-se com maior velocidade em relação à distância de visibilidade do que à luz do dia, o que pode contribuir para o alto risco de atropelamento de pedestres (Sullivan e Flannagan, 2002).

Sob neblina, a percepção e a distância de visibilidade são menores que sob boas condições de visibilidade. Além disso, sob neblina, o julgamento da distância e velocidade de outros veículos frequentemente é prejudicado. Não se pode afirmar que o risco de acidentes em geral sob neblina é maior. Os tipos de acidentes típicos sob neblina são as colisões entre veículos, especialmente aquelas envolvendo muitos deles (Flannagan, 2001).

A melhoria da iluminação automotiva tem como finalidade dar aos condutores maior visibilidade sem causar ofuscamento aos demais, além de facilitar a

compreensão visual dos outros veículos sob diferentes condições de visibilidade.

Descrição da medida

Por “melhoria da iluminação automotiva” entende-se uma variedade de medidas que podem tornar os outros veículos e outros usuários mais fáceis de serem visualizados e também melhorar o funcionamento dos faróis do veículo. Estas medidas visam resolver diferentes faces dos problemas relacionados ao escuro. Neste capítulo são descritas as seguintes medidas:

- Faróis halógenos;
- Faróis HID (descarga de alta intensidade);
- Faróis de LED;
- Farol de neblina;
- Limpadores de farol;
- Faróis polarizados;
- Faróis elipsoidais;
- Pisca-alerta;
- Sistema de visão noturna;
- Faróis auto ajustáveis;
- Farol alto inteligente/automático;
- Farol alto com controle fade-out (*fading high beam*);
- Faróis adaptáveis;
- Farol de curva;
- Luzes de presença laterais.

Desconhece-se um padrão dentre os tipos de equipamentos de iluminação em automóveis noruegueses. Os seguintes equipamentos de iluminação são necessários em todos os automóveis (Kjøretøyforskriften, kap 28):

- Farol alto de pelo menos 100 metros de alcance;
- Farol médio de pelo menos 40 metros de alcance;
- Lanternas;
- Luz de presença frontal em carros com largura mínima de 230 centímetros;
- Lâmpada direcional - pisca (seta pisca laranja);
- Pisca alerta (quatro piscas laranjas);
- Faróis traseiros;
- Luz de freio;
- Reflexivo (dois refletores vermelhos atrás);
- Iluminação de placa (número da placa).

Os automóveis, além disso, podem ter os seguintes equipamentos de iluminação (somente os mais relevantes são mencionados):

- Faróis com suporte giratório/de neveiro;
- Luz de presença lateral (branco/vermelho);
- Reflexivos frontais (dispositivo refletivo branco);
- Reflexivos laterais (dispositivo refletivo amarelo);
- Luz de ré (branca);
- Faróis de neblina (vermelhos).

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e a polícia podem monitorar se o veículo tem os faróis necessários e se estes estão em bom estado de funcionamento.

Impacto sobre os acidentes

O impacto em relação aos acidentes da maioria das medidas descritas neste capítulo não foi estudado. Há um estudo americano sobre o impacto da luz de presença lateral em relação a acidentes (Kahane, 1983). Para as outras medidas, foi estudado apenas o impacto da distância de percepção de obstáculos na via ao dirigir no escuro.

Distância de percepção como medida de avaliação indireta da segurança viária: Há uma série de experimentos em que foi estudado o efeito de vários tipos de melhoria nos equipamentos de iluminação na distância de percepção de obstáculos. A distância de percepção de um obstáculo pode ser interpretada como uma expressão da margem de segurança durante a condução. Nesse caso, a distância de percepção é interpretada como uma medida inversamente proporcional ao risco de acidentes:

$$\text{Risco potencial de acidentes} = 1 / \text{Distância de percepção}$$

Se um tipo específico de equipamento de iluminação sob certas condições aumentar a distância de percepção de, por exemplo, 70 para 90 metros, o risco potencial de acidentes diminui de $1/70 = 0,0143$ para $1/90 = 0,0111$, isto é, há uma redução de cerca de 22% ($0,0111 / 0,0143 = 0,778$). Nas seções seguintes, será apresentado o impacto de diferentes tipos de equipamento de iluminação no risco potencial de acidentes calculado desta maneira.

Os efeitos são calculados, para cada medida, como a média não ponderada de todos os resultados. Os resultados são, em diversos casos, muito heterogêneos, pois as medidas foram estudadas em muitas situações diferentes. No entanto, não há informações suficientes de todos os estudos para calcular-se resultados mais específicos.

A maioria dos estudos dos efeitos dos equipamentos de iluminação na distância de percepção foi realizada em pistas de teste, em que objetos ou pessoas são colocados sobre a via ou ao lado dela. Foi registrado a partir de qual distância os condutores detectam objetos ou pessoas com diferentes tipos de equipamentos de iluminação e em várias situações (por exemplo: curva *vs.* reta, diferentes condições climáticas e visibilidade, com e sem tráfego em sentido contrário). Em alguns experimentos, o veículo à frente ou os que se aproximam são os objetos a serem detectados.

É preciso estar ciente de que a distância de percepção como medida do risco de acidente tem importantes limitações e não necessariamente mostra o impacto que o equipamento teria sobre acidentes ao ser adotado no tráfego real. As principais limitações são:

- O impacto do equipamento só é pesquisado em poucas e simples situações de trânsito, que não refletem a variabilidade de situações existente no tráfego real;
- Em situações de tráfego real, muitas vezes conta-se com poluição visual e outros fatores de distração ausentes nas situações simuladas. Além disso, os condutores normalmente não estão preparados para os obstáculos, ao contrário dos experimentos simulados, em que eles sabem que um obstáculo pode surgir;
- A relação entre a distância de percepção e o risco de acidente são fatores que dependem da velocidade. Em velocidades mais elevadas, o mesmo aumento em distância de percepção resultará em uma menor redução do risco de acidentes que a velocidades mais baixas;
- Nos experimentos, os condutores foram instruídos a manter uma velocidade constante. No tráfego real, não se pode ignorar o fato de que a melhoria de equipamentos automotivos de iluminação normalmente significa o aumento da velocidade dos condutores ou a diminuição da atenção. Não existem estudos que confirmem isso, mas juntamente com a melhoria da iluminação da via registra-se o aumento da velocidade (Sagberg et al., 2002). Assim, a margem de segurança diminui.

Por estas razões, os impactos dos riscos potenciais de acidentes, como definidos acima, são percebidos como uma estimativa máxima dos impactos que diferentes melhorias nos equipamentos de iluminação teriam em acidentes reais se os equipamentos fossem introduzidos no tráfego real.

Ofuscamento e acidentes: O ofuscamento é definido como diminuição da visão ou desconforto causado pela visão de um farol automotivo no sentido contrário ou no espelho retrovisor (Bullough et al., 2008). O ofuscamento pode causar redução da distância de percepção de objetos na via devido à luz dispersa, que reduz o contraste e aumenta o tempo de reação (Theeuwes & Alferdinck, 1997; Akashi, van Derlofske, Raghavan & Bullough, 2007). Theeuwes & Alferdinck (1997) mostraram que os condutores diminuem a velocidade em situações de luz ofuscante, especialmente em rodovias escuras e nas curvas. O ofuscamento persiste por um tempo depois que as luzes se dissipam do campo visual, pois os olhos precisam de algum tempo para se adaptar à escuridão novamente. Os condutores mais idosos são particularmente propensos ao ofuscamento e precisam de mais tempo para que sua visão se normalize (Bullough et al., 2008). Por mais desconfortável que seja, não é sempre que o ofuscamento leva à diminuição da distância de percepção (Rea, Bierman, McGowan, Dickey & Havard, 1997).

Distância curta de percepção e tempo de reação maior são fatores de risco para acidentes. No entanto, de acordo Bullough et al. (2008), até então não havia resultados empíricos que documentassem uma relação direta entre ofuscamento e acidentes. Análises de registros de acidentes demonstraram que o ofuscamento pode ter sido um fator contribuinte em 0,3% dos acidentes fatais noturnos (NHTSA, 2007).

O problema na tentativa de reduzir o ofuscamento é que são as próprias características dos faróis dianteiros (que contribuem para uma boa visibilidade) que também provocam o ofuscamento da visão dos condutores em outros veículos (Bullough et al., 2008). O ofuscamento é um problema maior em vias sem iluminação do que nas vias iluminadas ou em áreas com muita luz (NHTSA, 2007). Em rodovias com canteiros ou plantas centrais, esse problema entre veículos em sentidos contrários é reduzido, mas isso não reduz os problemas com os veículos no mesmo sentido. Faróis elevados oferecem maiores distâncias de percepção (Bullough et al., 2008), mas ofuscam mais que faróis inferiores (Akashi et al., 2007).

Faróis halógenos: Os faróis halógenos foram introduzidos em 1959. As lâmpadas de halogênio têm vida significativamente mais longa que os tipos mais antigos de lâmpadas, sua eficiência luminosa é 100% maior e ela permanece constante durante

toda a sua vida útil. Lâmpadas tradicionais incandescentes perdem a luz de saída ao longo do tempo devido à formação de depósitos no interior da lente. Hoje, faróis halógenos ainda são comuns em muitos automóveis, mas o número de veículos com lâmpadas HID está aumentando. Faróis halógenos proporcionam uma distância de percepção um pouco maior que as lâmpadas incandescentes e reduzem o risco potencial de acidentes em cerca de 7% (Rumar, 1968).

Faróis HID (descarga de alta intensidade): Em faróis HID, ou popularmente chamados de Xenon, utiliza-se uma descarga de gás (geralmente xenon) para produzir luz. As lâmpadas HID têm luz mais forte, iluminam mais as laterais, têm transição mais nítida entre a área iluminada e não iluminada e vida mais longa que as lâmpadas halógenas (Sivak, Flannagan, Schoettle & Adachi, 2003). Estes faróis foram usados primeiramente como faróis diurnos em automóveis em 1991 e desde 2001 também como farol alto (Jebas, Schellinger, Klinger, Manz & Kooss, 2008). Estão disponíveis como item de série ou opcional em muitos modelos e são mais comuns em automóveis nas faixas mais altas de preço. Na Alemanha em 2008, cerca de 10% de todos os veículos de passeio registrados tinham faróis HID (Reilhac, Moizard & Reiss, 2008). Na Noruega em 2009, mais da metade dos 30 modelos mais vendidos tinham faróis HID como padrão em algumas variantes do modelo.

O impacto sobre a distância de percepção foi examinado nos seguintes estudos: Akashi et al., 2007; Bullough et al., 2008; Hankey, Bakanco, Gibbons, McLaughlin & Dingus, 2005; R. Neumann, 2004; Rose Hahn & Hamm, 2001; Rose Hahn & Hamm, 2004, e Sigl, 2007. A maioria dos estudos mostra que a distância de percepção é maior com os faróis HID. Com base no efeito da distância de percepção, o efeito médio de faróis HID é a redução de 15% no risco potencial de acidentes. No entanto, existe uma variação considerável nos resultados. Os resultados variam entre -30 e +20% de risco potencial de acidentes. No estudo de Hankey et al. (2005) o uso de faróis HID resultou em média em menor distância de percepção que o uso de faróis de halogênio. O resultado é oposto aos resultados de todos os outros estudos encontrados sobre faróis HID, e não se sabe como tal discrepância pode ser explicada.

Os condutores geralmente preferem os faróis HID aos faróis halógenos (Sivak, Flannagan, Schoettle & Mefford, 2004A; Hankey et al., 2005). A luz das

lâmpadas HID é levemente azulada e assemelha-se mais à luz do dia. Quando os condutores são questionados sobre as várias características dos faróis, a maioria prefere HID, até quando se trata de propriedades em que o HID não é necessariamente melhor que o halogêneo (Sivak et al., 2004A).

Os condutores que se aproximam no sentido contrário normalmente percebem os faróis HID como mais ofuscantes que os halógenos. Isto pode ser porque a luz é mais forte ou porque a superfície luminosa das lâmpadas é menor que a das lâmpadas de halogêneo. Apesar dos faróis HID serem percebidos como mais ofuscantes, não foram encontrados quaisquer efeitos negativos na visão no tráfego em sentido contrário (Bullough et al., 2008). Faróis HID têm uma transição mais nítida entre a área iluminada e não iluminada; portanto, menos luz é refletida de lâmpadas HID que das alógenas, que têm mais luz dispersa (Sivak, Schoettle & Flannagan, 2006).

Vários estudos mostraram que é menos cansativo conduzir com faróis HID que com halógenos tradicionais. Schlag, Petermann, Weller & Schulze (2009) e Sivak et al. (2003) mostraram que os condutores fazem menos movimentos de correção de direção com faróis HID que com halógenos. Eles também oferecem uma melhor iluminação das laterais da via (Schlag et al., 2009).

Faróis de LED: Os faróis de LED (*Light Emitting Diodes*) produzem luz usando a tecnologia de semicondutores. Os faróis com lâmpadas LED têm vida ainda mais longa, menor consumo de energia e também uma luz mais azul que as lâmpadas HID. Eles geralmente têm uma vida útil quase tão longa quanto a do veículo e, por conseguinte, raramente precisam ser substituídos. A tecnologia LED é utilizada atualmente em alguns modelos de veículos. Muitas vezes o LED é usado em apenas algumas lâmpadas, e não em todas, raramente como farol alto, por exemplo). Um estudo de 2004 (Sivak et al. 2004B) mostrou que os faróis de LED oferecem maior ofuscamento para os condutores em sentido contrário. Os LEDs mais recentes possivelmente diminuiram este problema. A tecnologia ainda está em desenvolvimento, e não há estudos do seu impacto na distância de percepção ou nos acidentes.

Faróis de neblina: Os faróis de neblina são luzes instaladas na parte mais baixa do veículo e que possuem alta abrangência lateral. Estas lâmpadas proporcionam mais luz para a via e para as laterais

próximas ao veículo. Partículas de água na névoa difundem a luz dos faróis convencionais que ficam enfraquecidos (Hisdal, 1974B). Quando a névoa fica densa, o efeito dos faróis regulares enfraquece muito. Devido à grande propagação lateral destas luzes de neblina, elas também ajudam na realização de curvas fechadas, mesmo quando a visibilidade é boa. Por isso se chamam faróis de neblina ou de curva.

Os faróis de neblina não parecem aumentar a distância de percepção. É somente para distâncias muito curtas (até 10 m) que o farol de neblina proporciona melhor visibilidade que os faróis diurnos convencionais. Em distâncias de 15 m ou mais, os convencionais proporcionam melhor visibilidade, mesmo sob neblina (Hisdal 1974B; Koth etc. 1978; Yokoi e Hashimoto, 1999; Kreysar Folks, 2001). Em distâncias de 15 m ou mais, os faróis diurnos fornecem melhor funcionamento, mesmo em caso de neblina (Hisdal, 1974B; Koth et al. 1978; Yokoi e Hashimoto, 1999; Folks e Kreysar, 2001). Os faróis de neblina fornecem uma curta distância de percepção, especialmente para o tráfego em sentido contrário (Hisdal, 1974B). A distância mais longa para a percepção de objetos sem iluminação na névoa (visibilidade superior a 100 m) é oferecida pelo farol alto. Na névoa densa (visibilidade inferior a 100 m), os faróis comuns proporcionam a menor distância de percepção para objetos sem iluminação (Grupo de Pesquisa da OECD, 1974).

O farol de neblina espalha mais luz para os lados que o farol diurno convencional, o que em teoria torna mais fácil manter o veículo na pista e evitar acidentes de saída de pista. Contudo, não há evidências de que o risco de acidentes com saída da pista aumente com a neblina (ao contrário, são as colisões entre veículos que aumentam). Por isso, é pouco provável que se tenha algum (grande) impacto no número de acidentes de saída de pista que ocorrem sob neblina (Flannagan, 2001), mas o farol de neblina aumenta o conforto para os condutores. Caso leve ao aumento da velocidade nas curvas ou sob neblina, o impacto na segurança pode ser negativo.

Os faróis de neblina na parte traseira do veículo têm como finalidade torná-lo mais visível e reduzir o risco de colisões traseiras. Sob neblina, a maioria das pessoas avalia a distância do veículo dianteiro erroneamente, o que explica o risco relativamente alto de colisões traseiras nestas condições. Em uma simulação, a distância estimada do veículo dianteiro aumentou 60% sob neblina em uma visibilidade de

5 a 15 m (Cavallo, Colomb e Dore, 2001). Desde 1979 todos os automóveis novos na Europa devem ter faróis de neblina traseiros.

Limpadores de farol: Os limpadores de farol normalmente utilizam jato, mas podem (em veículos mais antigos) também consistir em limpadores automáticos dos vidros dos faróis durante a condução. São particularmente úteis quando se conduz em pista molhada e com sal no inverno e quando se usam pneus com pregos. Sob tais condições, as lentes sujam rapidamente. A sujeira reduz a intensidade da luz, que também é propagada para direções indesejadas, o que aumenta o ofuscamento do tráfego no sentido contrário (Orth, 1995). Em lâmpadas HID, que têm maior potência de iluminação que as outras lâmpadas, os limpadores são, portanto obrigatórios (Jebas et al., 2008).

Cox (1968) e Rumar (1973) estudaram os efeitos da sujeira no vidro dos faróis e, assim, potenciais melhorias para os limpadores. A sujeira de faróis recobertos com respingos pode reduzir o brilho em até 90% ao dirigir em rodovias (Cox, 1968; Rumar, 1973). Aproximadamente 40% do fluxo de trânsito em rodovias que recebem sal no inverno na Noruega acontecem em superfície molhada (VAA, 1995). Em rodovias que não recebem sal, a proporção cai para cerca de 14%. Sob tais circunstâncias, as lentes se sujam muito rapidamente.

Com base em estudos especializados no aumento da potência dos faróis (duplicação de potência), estima-se que os limpadores reduzam o risco potencial de acidentes em 5% em média (Johansson et al., 1969; Helmers & Rumar, 1974; Helmers et al., 1990). Além disso, faróis limpos causam menos ofuscamento ao trânsito em sentido contrário.

Faróis polarizados: Os faróis polarizados não são mais utilizados hoje em dia. A luz polarizada é uma luz amplificada que aumenta a sua própria visibilidade. A luz é emitida por meio de um polarizador. Isso faz com que seja possível evitar o ofuscamento no trânsito em sentido contrário quando se equipam os veículos com um filtro complementar de para-brisa. A luz que passa por esse filtro enfraquece bastante. Assim, é preciso uma grande intensidade de iluminação inicial. O problema é que o farol polarizado vai ocasionar um forte ofuscamento para os pedestres, ciclistas e outros veículos que não estejam equipados com filtros polarizadores. Neste caso, para evitar o ofuscamento, é preciso usar óculos especiais.

Os faróis polarizados ampliam a distância de percepção e reduzem o risco potencial de acidentes em 29% em média (Johansson, Rumar, Forsgren e Snöborgs, 1969A, B), mas esta estimativa é muito incerta. Além disso, não é levado em conta o aumento do ofuscamento para pedestres, ciclistas, condutores de ciclomoteres e motociclistas.

Faróis elipsoidais: Os faróis elipsoidais não são mais encontrados no mercado. Eles visavam resolver o problema da aproximação da luz. Era um farol que propiciava uma transição entre a área iluminada e não iluminada mais acentuada que a do farol baixo convencional europeu. A intensidade da luz na área iluminada é mais forte que a do farol baixo normal (Jebas et al., 2008). Os faróis elipsoidais prolongavam a distância de percepção e reduziam o risco potencial de acidentes em 9% (Helmers, Fernlund e Ytterbom, 1990). No entanto, dada a transição abrupta entre área iluminada e não iluminada, eles tinham uma configuração muito sensível.

Pisca-alerta: O pisca-alerta consiste no uso de todos os indicadores de direção do veículo (as setas) ou para avisar uma situação de emergência, como uma parada emergencial em rodovia. É utilizado em todos os veículos. Seu efeito é uma redução de 4% do risco potencial de acidentes (Knoblauch e Tobey, 1980). O impacto é medido de uma forma um pouco diferente que a dos outros tipos de equipamentos de iluminação. Em vez da distância de percepção, usa-se o tempo para a colisão como medida da margem de segurança. O tempo para a colisão depende da antecedência com que um veículo é detectado e como o condutor adapta a velocidade depois de perceber um veículo com pisca-alerta ligado. Veículos com pisca-alerta ligado são ultrapassados por outros veículos a uma velocidade um pouco menor do que os veículos que não estavam com o pisca-alerta ligado, mas a diferença é muito pequena. Em vários países, incluindo a Alemanha, ele também é utilizado nas rodovias como alerta da necessidade de redução de velocidade para os veículos que vêm na retaguarda. Na Dinamarca, em 2003 tornou-se obrigatório seu uso nas rodovias em situações de congestionamento inesperado. O objetivo é evitar colisões traseiras. Alguns automóveis o ativam automaticamente durante uma frenagem brusca. Não foram encontrados estudos que examinassem o impacto desta medida, mas é provável que ela tenha um impacto positivo.

Luz de presença lateral: Luzes de presença lateral são pequenas lâmpadas instaladas na lateral do veí-

culo para realçar as dimensões do mesmo. Elas fornecem uma luz branca para frente e uma luz vermelha para trás. Estas luzes são obrigatórias nos EUA (Kahane, 1983) e comuns na Europa em caminhões e automóveis maiores. Um estudo americano (Kahane, 1983) mostra que a luz de presença lateral em automóveis reduz o número de colisões laterais com feridos em cerca de 8% ($\pm 1,5\%$) no escuro e, cerca de 7% ($\pm 1\%$) no caso de acidentes com danos materiais. Não foram encontrados os impactos com relação ao número de acidentes fatais. Um estudo holandês (Theeuwes & Alferdinck, 1997) mostrou que automóveis com luzes de presença laterais são mais fáceis de detectar e reconhecer.

Faróis autoajustáveis: Os faróis autoajustáveis são equipados com mecanismos de ajuste automático para garantir que a luz seja disposta de forma adequada, independentemente de como o veículo esteja carregado (Yerrell, 1971; Hisdal 1975). Faróis com ajuste manual são muitas vezes mal utilizados, ou seja, a luz aponta demasiado para cima ou para baixo. Faróis que focam mais para cima parecem ofuscantes para os outros usuários da via; os que focam mais para baixo reduzem a própria visibilidade. Os faróis autoajustáveis são exigidos em todos os carros da UE desde 1996. As lâmpadas podem ser ajustadas manualmente pelo condutor, de dentro do veículo, durante a condução ou automaticamente, dependendo de como o veículo está carregado (Huhn, 1999).

Sistema de visão noturna: Existem várias possibilidades técnicas para aumentar a visibilidade de objetos ou pessoas à noite. Há: 1) o uso da luz UV para tornar alguns tipos de superfícies, pessoas e objetos mais visíveis; 2) as câmeras que utilizam radiação infravermelha regular ou luz infravermelha nas lanternas do veículo, que são refletidas pelos objetos e mostradas em um display dentro do veículo; 3) os radares que detectam objetos, sistemas baseados no infravermelho que são vendidos atualmente como acessórios opcionais de alguns modelos mais caros.

Luz ultravioleta (UV) é a luz que não pode ser percebida pelo olho humano. A luz ultravioleta reflete a luz (luminescente) de materiais fluorescentes ou materiais que possuem em parte essas propriedades. É utilizada, por exemplo, na sinalização horizontal, em delineadores e outros objetos em que são aplicados ou que contêm naturalmente materiais fluorescentes, de modo a torná-los visíveis para o condutor muito antes de serem iluminados pelos fa-

róis convencionais. Também os pedestres tornam-se mais visíveis no escuro e com a maioria dos tipos de roupa. As luzes de materiais das cores cinza e preto não podem ser detectadas com maior antecedência com a luz UV do que com a luz comum.

O efeito quanto à distância de percepção foi examinado por Helmers et al. (1993), Fast (1994), Turner, Nitzburg & Knoblauch (1997) e Lestina, Miller, Langston, Knoblauch & Nitzburg (2002). Os potenciais riscos de acidente com a luz UV, com base na distância de percepção, diminuiram 27% em média. A maioria dos resultados é relativa à distância de percepção em rodovias para sinalização horizontal, pedestres ou ciclistas. Existe uma grande variação nos resultados, e a distância de percepção não aumenta em todas as situações. Em outras palavras, os resultados dizem muito pouco a respeito de como o risco de acidentes pode ser afetado na prática.

Luz infravermelha (luz IV): não é visível ao olho humano e pode ser usada para capturar imagens com câmeras específicas de pessoas ou objetos na frente do veículo que são invisíveis para o condutor. Com uma câmera termossensível, é possível explorar a radiação infravermelha natural (infravermelho remoto) de objetos que têm uma temperatura diferente do que está em seu entorno. Além disso, o veículo é equipado com luzes infravermelhas (infravermelho próximo), de modo que a câmera possa capturar a luz que é refletida a partir dos arredores. A vantagem de usar o infravermelho próximo é que a sinalização horizontal rodoviária torna-se mais visível; isso, em parte, faz com que seja mais fácil calcular a distância dos objetos (Knoll, Eschl, Grimm & Lopez, 2003). As imagens capturadas pela câmera infravermelha podem ser exibidas no interior do veículo por um display no para-brisa (*head-up display*) ou no painel. Estas imagens podem também ser usadas como “detectores de pedestres”, que faz com que os condutores tomem ciência dos pedestres (ou objetos) na frente do veículo. Os sistemas de visão noturna com luz infravermelha estão no mercado desde 1999, geralmente como item opcional para automóveis de faixas mais altas de preço.

Menores distâncias de percepção com luz infravermelha foram encontradas por Hankey et al. (2005), Sullivan, Bårgman, Adachi & Schoettle (2004), Gish, Staplin & Perel (1999), Gish, Shoulson & Perel (2002) e Sullivan et al. (2004). Ward, Stapleton & Parkes (1994) não encontraram, no entanto, nenhum aumento da distância de percepção com o uso da luz infravermelha. Os resultados de Sulli-

van et al. (2004) se relacionam à detecção do calor de animais. Hankey et al. (2005) mostraram que a utilização de luz infravermelha proporciona maiores vantagens para o operador que a luz de UV. Foi encontrado um aumento na distância de percepção com luz infravermelha para os condutores mais jovens que para os condutores mais velhos (Sullivan et al., 2004; Gish et al., 1999; Gish et al., 2002). Isso se explica pelo fato de os condutores mais velhos estarem menos dispostos a utilizar um sistema deste tipo que os condutores mais jovens.

As desvantagens dos sistemas de visão noturna podem ser, por exemplo, a distração do condutor e a não-apreensão de objetos nas laterais da via, que não aparecem no visor (Gish et al., 2002). Ward et al. (1994) mostraram que a tensão mental e as variações de velocidade são maiores para os condutores que usam sistemas de visão noturna. Não houve diferença significativa entre a localização do display no para-brisa ou no painel, de acordo com o estudo de Sullivan et al. (2004).

Faróis adaptáveis: Faróis adaptáveis são faróis de circulação diurna que se adaptam automaticamente a fatores relevantes, como outros veículos, geometria da via e condições meteorológicas/visibilidade (Bullough et al., 2008). São destinados a iluminar, o melhor possível, a via e objetos sobre suas laterais e nas suas laterais e para aumentar a distância de percepção, ao mesmo tempo em que reduz o máximo possível o ofuscamento para outros usuários (Sivak et al., 2007). Variam em uma ou mais das seguintes características (Huhn, 1999):

- Em clima úmido: A iluminação frontal do veículo pode ser reduzida em tempo de chuva para evitar o brilho e o ofuscamento para os condutores de veículos no sentido contrário;
- No trânsito urbano ou nas curvas: Iluminação reforçada na lateral do veículo. A iluminação pode ser melhorada com lâmpadas laterais adicionais que iluminam o exterior (ao dirigir nas cidades para aumentar a visibilidade de pedestres, por exemplo) ou movendo as luzes externas ao dirigir em curvas;
- Na rodovia: Iluminação reduzida na lateral do veículo em alta velocidade para evitar o reflexo da luz dos guard-rails, e variação do alcance dos faróis, de longo alcance em alta velocidade e alcance mais curto em baixa velocidade. Alguns sistemas também levam em consideração a aproximação de veículos à frente ou no sentido contrário (farol alto inteligente, veja a próxima seção);
- Nas curvas: Faróis de curva iluminam mais à direita/esquerda, dependendo do ângulo no volante e as setas indicadoras de direção (ver a próxima seção).

Os faróis adaptáveis podem ter “aplicações” para diferentes tipos de ambientes (cidade e diferentes tipos de rodovia, por exemplo) com características especiais que se adaptem ao contexto atual (Sullivan & Flannagan, 2002).

Não foram encontrados estudos sobre os impactos da maioria dos tipos de faróis adaptáveis na distância de detecção ou acidentes. Em simulações, Sivak, Flannagan, Schoettle & Nakata (2001) mostraram que a iluminação de rodovias melhora as condições de visibilidade em alta velocidade. Huhn (1999) não encontrou nenhum aumento da distância de percepção de objetos à beira da pista com automóveis equipados com faróis diurnos que iluminam especialmente as laterais, o que indica que não se pode esperar que esses dispositivos tenham grandes efeitos de segurança.

Farol alto inteligente/automático : Estudos americanos demonstram que a condução no escuro, em sua maioria, é feita com farol baixo (Hisdal, 1974A), mesmo em situações em que os faróis altos devem ser utilizados (Hare & Hemion, 1968). Outro estudo americano recente (Sullivan et al., 2003) não encontrou qualquer mudança na utilização de faróis altos. Mefford, Flannagan & Bogard (2006) mostraram que apenas 3,1% da condução no escuro é feita com farol alto. Em estradas de terra e sem tráfego no sentido contrário, a proporção foi de 25,4%. Em um estudo alemão, a proporção foi de 8% (Reilhac et al., 2008). Não há pesquisas norueguesas disponíveis. Há uma série de outros sistemas que devem tornar possível o uso do farol alto sem ofuscar o tráfego no sentido contrário, entre eles:

- farol alto convencional que liga e desliga automaticamente dependendo das condições do ambiente, da via e do trânsito;
- farol alto adaptável ou “inteligente” que pode evitar luz excessiva para veículos dos quais se aproxima à frente ou em direção contrária;
- iluminação de rodovias que iluminam longas distâncias na via, mas muito pouco nas laterais (ver faróis adaptáveis).

Um estudo alemão (Reilhac et al., 2008) estimou que o farol alto automático poderia aumentar o uso do farol alto em 8% por um fator de 4,7. Não foram

encontrados estudos que mostrassem como isso poderia interferir nos acidentes.

Dois tipos de faróis altos adaptáveis foram estudados por Böhm, Luschinski & Locher (2008). Os resultados mostram que a distância de percepção, tanto dos veículos dianteiros dos quais se aproxima quanto daqueles em sentido contrário, aumenta de forma significativa para ambos os tipos de faróis altos adaptáveis. O primeiro tipo de farol alto adaptável regula a transição da área iluminada para a área mais escura, assim o limite da luminosidade sempre termina antes do outro veículo. A distância de percepção aumenta entre 16 e 56%. Mas no outro tipo, o farol alto dinâmico, as luzes são sempre ajustadas de forma a iluminar somente as áreas não iluminadas ocupadas por outros veículos. A variante dinâmica aumenta a distância de percepção entre 53 e 95%.

Farol alto com controle fade-out (fading high beam control): Durante o encontro entre veículos em sentidos opostos no escuro, é comum mudar de farol alto para farol médio antes que ocorra o ofuscamento (Bjørnskau 1989, 1994). Isso pode levar a uma má condição de visibilidade desnecessária. Foram, portanto, especialmente desenvolvidos faróis de encontro entre veículos em sentidos opostos com mecanismos que retardam o ofuscamento do farol alto, para fornecer aos condutores melhores condições de visibilidade no momento do encontro (*fading high beam*). O retardamento do ofuscamento do farol alto não parece favorável para a distância de percepção (Helmers e Ytterbom, 1984). O ofuscamento extremo causado compensa negativamente os benefícios do próprio aumento de visibilidade. Na Suécia, também foram feitas pesquisas sobre um farol no encontro de dois veículos chamado REMARK (Morén e Olausson, 1986). Este é, em princípio, um farol alto adicional que só acende voltado para a margem direita da via e não para os veículos que se aproximam no sentido oposto à esquerda. Por volta de 100 motoristas profissionais foram convidados a fornecer uma avaliação sobre o farol depois de tê-lo testado no tráfego normal. Mais da metade declararam que ele deu maior visibilidade à distância durante o encontro do veículo em sentido oposto. Foram também realizadas entrevistas com mais de 100 condutores de carros que dos quais se aproximavam os veículos com este farol. Dentre esses, 30% relataram que o farol de encontro causou ofuscamento. O equipamento para retardar o ofuscamento de farol alto não existe no mercado atualmente.

Faróis de curva: Faróis de curva são faróis comuns (halógenos ou HID) que podem alterar a área iluminada na via, dependendo da sua direção. Ângulos do movimento da direção e seta direcional são utilizados para determinar a direção em que as luzes devem iluminar. Existem muitos sistemas diferentes (faróis adicionais que iluminam o lado de fora e que podem ser ligados e desligados, por exemplo, ou faróis que ficam ligados o tempo todo e que podem ser girados em diferentes direções) que funcionam por meio de algoritmos para que o ângulo dos faróis seja calculado. O farol de curva atualmente é vendido como acessório extra para uma variedade de modelos de carros das classes Premium.

Os efeitos de faróis de curva na distância de detecção foram estudados por:

Sivak, Flannagan, Traube, Aoki & Sayer, 1994 (EUA);
Ewerhart, Wolf & Gall, 2001 (Alemanha);
Grimm, 2001 (Alemanha);
Ewerhart, 2002 (Alemanha);
McLaughlin, Hankey, Green & Larsen, 2004 (EUA);
Cieler, 2003 (Alemanha);
C. Neumann, 2003 (Alemanha);
R. Neumann, 2004 (Alemanha) e
Rosehahn & Hamm, 2004 (Alemanha).

A maioria dos estudos a respeito deles demonstrou que a distância de percepção de objetos na pista e ao lado aumenta nas curvas. Com base na alteração da distância de percepção, a redução média do risco potencial de acidentes é de 18%. Existe uma heterogeneidade considerável nos resultados. A alteração do risco potencial de acidente situa-se entre -47% e + 32%. Há uma tendência de que os efeitos de vários estudos sejam um pouco maiores nas curvas de raio maior que nas curvas de raio menor (Ewerhart, 2002; McLaughlin et al., 2004; Ewerhart et al., 2001). Teoricamente, no entanto, o farol de curva tem suas maiores vantagens em curvas de raio pequeno, curvas à esquerda e com objetos de difícil detecção (Cieler, 2003; McLaughlin et al., 2004; Neuman, 2003; Schwab & Gall, 2003). O farol, no entanto, oferece uma menor visibilidade para o outro lado da pista (o lado direito nas curvas para a esquerda e o lado esquerdo nas curvas para a direita), em especial nas curvas de grande raio (Sivak et al., 1994). Sivak et al. (2001) apontaram que o ofuscamento aumenta em curvas para a esquerda, mas não em curvas para a direita.

A redução potencial do número de acidentes com faróis adaptáveis (incluindo faróis de curva) foi examinada (Sullivan & Flannagan, 2002 2007) pelas estimativas (1) da relação entre o risco no escuro e à luz do dia para tipos de acidentes considerados relevantes e diferentes tipos de faróis de condução adaptáveis e (2) do número total deste tipo de acidente no escuro. A redução máxima possível dos tipos de acidentes baseia-se no pressuposto de que os faróis adaptáveis otimizados podem reduzir o risco no escuro ao mesmo nível de risco que à luz do dia. Sullivan & Flannagan (2002) mostraram que esses faróis podem ter um efeito relativamente grande em relação ao número de acidentes com pedestres. Os pedestres têm entre três e sete vezes mais risco de serem mortos no escuro em comparação ao risco à luz do dia. O maior impacto potencial foi encontrado para atropelamentos em trechos retos de rodovia (em zonas rurais) com alto limite de velocidade. O risco de acidentes de saída de pista (sem pedestres envolvidos) é maior no escuro que à luz do dia e, portanto, pode-se concluir que faróis adaptáveis têm pouco potencial para reduzi-los. Sullivan & Flannagan (2007), utilizando o mesmo método, estimaram as seguintes reduções *máximas* possíveis no número de acidentes no escuro:

- Faróis de curva: -74% acidentes fatais; -56% acidentes com feridos (aplica-se também a atropelamentos em curvas no escuro);
- Iluminação de autoestrada: -90% acidentes fatais; -72% acidentes com feridos (aplica-se a acidentes em rodovias);
- Faróis laterais: -67% acidentes fatais; -30% acidentes com feridos (aplica-se a acidentes com pedestres em interseções em que o veículo vira à esquerda/direita).

Como os condutores experimentam as curvas e como elas afetam seu comportamento na direção varia entre os estudos e provavelmente depende, entre outras coisas, do tipo de sistema utilizado. Um estudo de 1994 (Sivak et al., 1994), mostrou grandes divergências entre os pesquisadores na preferência por veículos com ou sem faróis de curva. Desde 1994, no entanto, tem havido muito desenvolvimento e melhoria dos faróis de curva. Sivak, Schoettle, Flannagan & Minoda (2005) mostraram que os condutores fazem menos movimentos de direção com faróis de curva, o que pode ser interpretado como uma condução mais fácil e menos cansativa. Ciel (2003) mostrou que os faróis de curva podem levar a uma velocidade mais

elevada. Em um trecho-teste, a velocidade aumentou em cerca de 4%. Uma grande parte do trecho foi executada em curvas. Nenhuma mudança no comportamento do condutor foi constatada por McLaughlin et al. (2004).

Impacto na mobilidade

O impacto das medidas descritas neste capítulo na mobilidade não está documentado. Pode-se pensar que medidas que tornam mais confortável a condução no escuro poderiam levar a um aumento no tráfego noturno (mudança no horário escolhido para viajar) e maior velocidade. Isso se refere especialmente a faróis HID e diferentes tipos de faróis adaptáveis.

O aumento do ofuscamento pode levar alguns condutores, especialmente os idosos, a dirigir menos no escuro (Brabyns, Schneck, Lott & Haegerstrom-Portnoy, 2005; NHTSA, 2007), o que se aplica a faróis HID e possivelmente em curva. A redução do ofuscamento pode tornar mais confortável conduzir no escuro não somente para idosos. Medidas que reduzem o ofuscamento incluem o uso de limpadores de farol, faróis adaptáveis e farol alto inteligente. A altura mais baixa dos faróis também reduz o ofuscamento.

Impacto no meio ambiente

Não foi documentado nenhum impacto das medidas descritas neste capítulo no meio ambiente. Faróis HID usam apenas 2/3 da energia utilizada por faróis halógenos (Sigl, 2007), o que pode reduzir o consumo de combustível e, portanto, as emissões de poluentes. Faróis de LED usam ainda menos energia. Faróis adaptáveis supostamente podem aumentar um pouco o consumo de energia. O efeito em relação ao consumo de combustível e de emissões dos tipos de equipamentos discutidos acima não foi quantificado. Qualquer elevação de velocidade pode causar aumento no consumo de energia e emissões.

Os equipamentos de iluminação são importantes para a sensação de segurança ao dirigir à noite. Huhn (1999) mostrou que os condutores se sentem mais seguros com faróis HID do que com os halógenos, e que a iluminação estendida da lateral da via também contribui para uma maior sensação de segurança.

Custos

Existem os seguintes dados relativos aos custos das medidas descritas neste capítulo (custos referentes aos acessórios adicionais disponíveis para modelos de veículos normalmente de classe média alta, em 2010):

- Faróis halógenos: Faróis principais com lâmpada halógena em veículos de passeio custam cerca de NOK100;
- Faróis HID custam cerca de NOK 7.800-8.500 ou € 1.050-2.000. Eles têm uma vida útil mais longa que os halógenos;
- Faróis de neblina custam cerca de NOK 2.500 ou € 180;
- Limpadores de farol custam por volta de € 300;
- Equipamentos de visão noturna (câmera de calor, detector automático de pessoa, display no interior do veículo) custam NOK 23.000 ou entre €1.500 e € 2.000;
- Assistente de farol alto (farol alto que liga e desliga automaticamente) custa cerca de NOK 1.300-1.700 ou € 150;
- Espelhos de escurecimento automático (internos e externos) custam cerca de NOK 6.000 ou € 550 para todos os espelhos; NOK 2.400 ou € 210 apenas o espelho interno;
- Faróis de curva: entre NOK 5.000-14.000 ou € 450-1.500. Faróis de curva geralmente são vendidos apenas em conjunto com os faróis HID. As estimativas de preços mais baixos se aplicam quando os veículos já possuem faróis HID, e a cotação mais alta se aplica à combinação HID mais faróis opcionais.

Um estudo americano (Kahane, 1983) estimou o custo da luz de presença lateral em USD 21 (valor de 1982) por veículo durante sua vida útil. O custo foi distribuído em cerca de USD 17 para a instalação e USD 4 em aumento do consumo de combustível e energia. Em coroas norueguesas (preços de 1995) isso corresponde a cerca de NOK 250-275.

Os custos dos equipamentos de iluminação obrigatórios ou padrão estão incluídos no preço de fábrica básico do automóvel e podem ser difíceis de distinguir. Isso se aplica a faróis halógenos e pisca-alerta. Alguns outros tipos não estão disponíveis atualmente no mercado (faróis polarizados, faróis elipsoidais, retardador de ofuscamento de farol alto).

Avaliações de custo-benefício

Faróis HID: Realizou-se um cálculo que mostra os benefícios e os custos de equipar todos os automóveis novos na Noruega com faróis HID. O cálculo é feito de acordo com as seguintes premissas: anualmente 842,5 pessoas em média são mortas ou feridas de acordo com os registros oficiais de acidentes com vítimas envolvendo veículos de passeio que acontecem no escuro em via sem iluminação na Noruega (SSB). Atualmente, 10% de todos os automóveis já têm faróis HID. Os faróis HID reduzem em 15% os acidentes no escuro em via sem iluminação. Esta é uma estimativa máxima baseada no impacto de faróis HID na distância de percepção. Como opcionais os faróis HID custam aproximadamente NOK 8.000 por automóvel. O número de automóveis e vans registrados com um peso total inferior a 3,5 toneladas na Noruega em 2008 foi de 2.575.450 (SSB). A média de idade dos veículos de passeio é de cerca de 10 anos. A frota de veículos aumenta por ano aproximadamente 2,7% (SSB). A taxa de juros é de 4,5%. A relação custo-benefício da instalação de faróis HID em todos os automóveis de passeio novos é de 0,12. Assim, de acordo com as condições consideradas, não seria socioeconomicamente rentável instalar faróis HID em todos os automóveis novos, caso apenas se leve em conta o possível efeito de redução de acidentes.

Se uma medida (faróis HID ou outras quaisquer) que reduz o número de acidentes no escuro em vias sem iluminação em 15% não custar mais de NOK 900 por veículo, será economicamente rentável equipar todos os veículos novos com ela.

Faróis de LED: Um estudo alemão (Schonebeck et al., 2005) mostrou que o uso de faróis diurnos durante o dia tem uma relação custo-benefício de cerca de 1,6, isso se todos os veículos usarem faróis convencionais (halógenos). Os custos utilizando faróis convencionais são estimados em € 630 milhões por ano (utilização de luzes diurnas em todos os automóveis na Alemanha). Da mesma forma, os custos da utilização de faróis de LED são estimados em € 60 milhões por ano. A relação custo-benefício para o uso de faróis de LED, ao invés de faróis convencionais de circulação diurna, é, portanto, de aproximadamente 10,5, assumindo-se que os benefícios sejam os mesmos. O custo-benefício do uso de faróis de LED no lugar de qualquer outro farol diurno é igual a 16,7, assumindo-se que os benefícios sejam os mesmos que os dos faróis de halogêneo.

Limpadores de farol: Por volta de 20% dos acidentes com feridos registrados oficialmente acontecem em pista molhada. No inverno, isso equivale a cerca de 600 acidentes por ano. Considerando-se que o uso efetivo de limpadores de farol pode impedir 5% desses acidentes, equivale a dizer que a medida evita 30 acidentes por ano. As economias em custos desses acidentes constituem cerca de NOK 60 milhões ao ano. O custo anual dos limpadores pode ser estimado em cerca de NOK 30 milhões (anuidade). O custo total fica em cerca de NOK 60 milhões. Este cálculo sugere que o uso de limpadores de farol na Noruega, pode ser uma medida economicamente rentável ($60/60 = 1,0$).

A visão noturna: Uma análise de custo-benefício da luz UV e sinalização horizontal com material fluorescente foi realizada por Lestina et al. (2002). Os resultados mostram que pode ser rentável equipar todos os veículos com luz UV se isso reduzir o número de acidentes com pedestres e ciclistas no escuro em 10% ou mais e se as luzes não custarem mais de NOK 100 por automóvel. Alternativamente, pode ser rentável equipar todos os veículos com lâmpadas UV e todas as rodovias com material fluorescente se todos os acidentes no escuro forem reduzidos em pelo menos 5,5% e se as luzes não custarem mais de NOK 100 por automóvel. Não foi especificado sob quais suposições (por exemplo, custos de acidentes) isso se aplica.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os requisitos para equipamentos de iluminação dos automóveis são fornecidos na Regulamentação de Veículos. A iniciativa para mudanças pode ser tomada pela agência viária, indústria automotiva (ex. sob a forma de pedidos de aprovação de novos tipos de equipamentos), ou como resultado da participação da Noruega na cooperação internacional em relação à harmonização dos requisitos técnicos para os veículos. Os requisitos são baseados em diretivas da União Europeia.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos técnicos para os faróis e equipamentos de iluminação são muito extensos e detalhados. É o que mostra a Regulamentação de Veículos. Nas alterações das determinações, é normal que se dê a

oportunidade para que as indústrias e organizações automotivas as comentem.

Responsabilidade pela execução da medida

O proprietário do veículo é responsável por cumprir todas as determinações vigentes de equipamentos de iluminação e deve arcar com os custos de aquisição e utilização. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e a polícia são responsáveis pela fiscalização.

4.8 MATERIAL REFLETIVO E ROUPA PARA PEDESTRES, CICLISTAS E MOTOCICLISTAS

O capítulo foi revisado em 2013 por Alena Høyve (TØI)

Pedestres, ciclistas, condutores de ciclomotor ou motociclistas são, frequentemente, envolvidos em acidentes porque eles são ignorados pelos outros usuários da via. Roupas com cores fluorescentes ou reflexivas provaram tornar pedestres, ciclistas, condutor de ciclomotor e motociclistas mais visíveis e reduzir os acidentes. Isso se aplica, particularmente, a roupas ou material refletivos que tornam o padrão de movimento visível (biomotion). Cores brilhantes (não fluorescentes) e refletivas em capacetes ou calças têm pouco ou nenhum efeito. Motociclistas podem, efetivamente, proteger-se contra parte das lesões com jaquetas e calças de proteção com forro, luvas e botas pesadas, e um protetor de coluna separado (encosto para a coluna). O efeito sobre as lesões mais graves são limitados.

Problema e finalidades

Pedestres, ciclistas e condutores de ciclomotor ou motocicleta podem ser facilmente ignorados pelos condutores de automóveis, ônibus e caminhões, especialmente no escuro, quando estão muito mais vulneráveis a acidentes seguidos de lesão que os ocupantes de automóveis. Uma grande proporção de acidentes envolvendo esta categoria mais frágil acontece como resultado de os condutores não terem visto a pessoa (Statens vegvesen, 2009; Vlahogianni et al., 2012). Ciclistas e motociclistas são particularmente fáceis de ignorar por terem uma silhueta estreita e, na maioria dos casos, apenas um farol. Além disso, a velocidade deles acaba sendo subestimada e em muitas situações os condutores

nos outros veículos não esperam se deparar com pedestres, ciclistas ou motociclistas (Brenac et al., 2006; Clarke et al., 2007; Horswill et al., 2005; Pai, 2011). Os conflitos entre os ciclistas e os condutores de veículos automotores muitas vezes são causados porque a atenção dos condutores está voltada aos outros usuários do tráfego e porque muitos condutores não gostam de ciclistas nas vias, não respeitam a obrigatoriedade de dar preferência ao ciclista ou porque os ciclistas estão conduzindo a uma distância insuficiente (insegura) dos veículos. Os conflitos também podem surgir quando o comportamento do ciclista é imprevisível para os outros usuários da via, o que é frequente quando as ciclovias são mal-adaptadas (Bjørnskau et al., 2012). Vários estudos a respeito de acidentes de moto mostram que cerca de dois terços de todas as colisões entre uma motocicleta e outro veículo são causados pelo outro veículo (Clarke et al., 2004; Nordkvist & Gregersen, 2010; de Rome e Senserrick, 2011).

Uma análise dos acidentes fatais com motociclistas na Noruega entre 2005 e 2009 (NPRA, 2011) mostra que o comportamento do motociclista foi fator desencadeante para o acidente em 66% dos acidentes fatais (não há distinção entre os acidentes com um único veículo e colisões com outros veículos). Em 43% dos acidentes, foram infrações e comportamentos de risco ou condução perigosa da motocicleta (incluindo abuso de substâncias e comportamento agressivo) os fatores contribuintes para o acidente. Barreiras, postes e sinalizações contribuíram nas lesões em 14% dos acidentes. Falhas técnicas do motociclista foram fator contribuinte para o acidente em apenas 3% de todos os acidentes (pneus usados, pressão do ar, defeitos, falha de motor, moto reconstruída).

Exemplos de acidentes típicos entre um ciclista ou motociclista e um automóvel em que a causa provável é o fato de o ciclista/motociclista não ter sido visto ou de sua presença ter sido subjugada são colisões frontais com veículos fazendo curva à esquerda, colisões com veículo na preferencial atravessando cruzamento ou ciclofaixa e colisões traseiras de veículo fazendo curva à direita (Bjørnskau, 2011; Pai et al., 2009). Em colisões com motos, de acordo com o Craen et al. (2011), somente no primeiro tipo de acidente (veículo vira para a esquerda e colide com moto que se aproxima) os condutores raramente respeitam a preferencial da motocicleta que se aproxima, diferente do respeito à preferência para outros tipos de veículos automotores. O perigo de uma motocicleta não ser percebida pelo condu-

tor de veículo que tem a preferencial é maior quando a moto está a uma velocidade mais elevada do que a uma velocidade mais baixa (Clabeaux et al., 2012; Horswill et al., 2005). No entanto, de acordo com Clabeaux et al. (2012), isto se aplica apenas à área urbana. Em rodovias não foram encontradas relações entre a velocidade das motos e o fato de serem negligenciadas por condutores de outros veículos.

O risco de ser ferido ou morto a cada milhão de passageiros/km é 2,4 vezes maior para um pedestre do que para um condutor de veículo de passeio com air-bag; 5,4 vezes maior para um ciclista; 5,7 vezes maior para uma pessoa em ciclomotor; 15,1 vezes maior para uma pessoa em motocicleta e 4,7 vezes maior para uma pessoa em motocicleta pesada (Bjørnskau, 2011). Entre os pedestres, ciclistas e motociclistas que são feridos em um acidente, o percentual de ferimentos graves ou mortes é cerca de duas a quatro vezes maior do que entre as pessoas em automóveis, de acordo com as estatísticas de acidentes norueguesas (Statistics Norway, 2006-2011).

O risco de ser morto ou ferido é maior à noite do que durante o dia. Vários estudos empíricos e estatísticas norueguesas de acidentes mostram que pedestres, ciclistas e motociclistas têm pelo menos duas vezes maior risco de serem mortos ou gravemente feridos no escuro do que à luz do dia (Bíl et al., 2010; Boufous et al., 2012; Jonah & Engel, 1983; Kim et al., 2008; Savolainen et al., 2011; Ward et al., 1994). Isso se aplica a acidentes com um único veículo e a colisões com outros veículos e tanto em vias iluminadas quanto sem iluminação. O aumento do risco é provavelmente maior para os ferimentos mais graves. O maior risco é no escuro, em via sem nenhuma iluminação; ciclomotores e motocicletas leves parecem ter risco maior que outros grupos de usuários.

As lesões que os pedestres, ciclistas e motociclistas sofrem nos acidentes são proporcionalmente distribuídas em todas as partes do corpo. Os tipos de lesão mais comuns foram estudados em uma pesquisa alemã, com análise em profundidade de um grande número de acidentes (Otte et al., 2012; figura 4.8.1). As lesões mais comuns são lesões nas pernas e pés, seguidas pelas lesões nos braços. Entre os motociclistas, as lesões nas pernas são as mais frequentes. Provavelmente devido ao uso de capacete, as lesões na cabeça são mais raras entre motociclistas e ciclistas (não foi especificado quantos dos feridos usavam essa proteção). Os resultados são muito similares aos de outros estudos (Ankarath et al., 2002; de Rome et al., 2011; Phan et al., 2008).

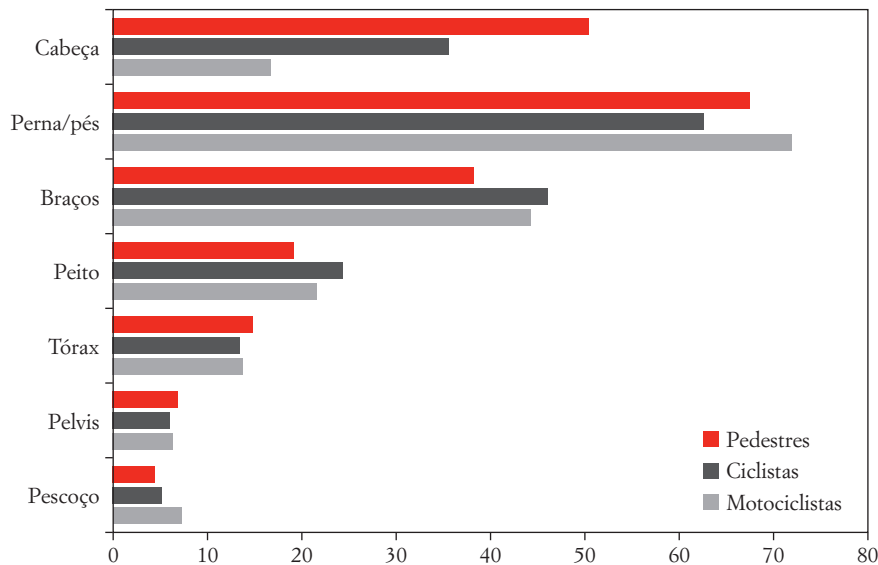


Figura 4.8.1: Porcentagem de todos pedestres, ciclistas e motociclistas feridos com lesões em diferentes partes do corpo (Otte et al., 2012).

A finalidade do uso de cores visíveis e materiais refletivos por pedestres, ciclistas e motociclista é torná-los mais visíveis para que seja mais fácil detectá-los e reconhecê-los, mesmo em situações em que não sejam esperados, e para que o cálculo equivocado de velocidade seja reduzido. A finalidade do vestuário de proteção para os motociclistas é reduzir a extensão dos ferimentos em caso de acidente.

Descrição da medida

Material refletivo e roupas com material refletivo, material fluorescente ou cores visíveis

Material refletivo pode ser, por exemplo, itens refletivos pendurados ou adesivos refletivos presos aos braços ou pernas. Os refletivos de pedestres seguem os conceitos de segurança viária descritos na CE EN 13356. A estatística nacional da utilização de materiais refletivos por pedestres adultos realizada pelo Tráfego Seguro em novembro de 2011 mostrou que 26% dos pedestres utilizam material refletivo nas ruas do centro da cidade, enquanto 41% os usam nas rodovias. A parcela de mulheres usando material refletivo dentre os usuários é um pouco maior do que a de homens e há uma grande variação entre os municípios (a taxa de quem usa reflexo é de 19% em Oslo, 50% em Sogn e Fjordane e 28% em média para todo o país). Este é um aumento significativo em relação aos censos anteriores, que se mantiveram em torno de 16% em todo o país. Todos os tipos de material refletivo que se destinam à utilização no tráfego são

produzidos com materiais retrorrefletores. Materiais retrorrefletores têm a propriedade de refletir a luz de volta para a fonte de luz, enquanto roupas de materiais comuns transmitem apenas uma pequena fração de volta para a fonte de luz (Nordisk Trafikksikkerhetsråd, 1980). Roupas refletivas, fluorescentes ou de cores mais visíveis incluem coletes luminosos ou de material fluorescente com um refletor fixo e outros tipos de roupas com materiais refletivos, material fluorescente ou cores particularmente bem visíveis, incluindo jaquetas neon amarelas para ciclistas, roupas de motociclista e similares. Cores fluorescentes são cores que refletem uma maior proporção da luz do dia do que outros tipos de cores. São, portanto, mais saturadas e muito mais visíveis do que as cores usuais.

As medidas mais inovadoras são, por exemplo, coletes, jaquetas e capacetes com pisca e/ou brake light e setas que sinalizam quando o ciclista for frear ou virar e também airbag para ciclistas (Sorensen, 2013). No entanto, as experiências com essas medidas que poderiam indicar seus impactos nos acidentes não estão documentadas.

Um estudo sueco sugere que apenas cerca de 10% de todos os motociclistas usam colete refletivo enquanto conduzem a motocicleta e que um terço dos motociclistas utilizam o colete ocasionalmente (Nordqvist & Gregersen, 2010). A utilização do vestuário refletivo e de roupas visíveis entre os ciclistas é relativamente pouco estudada e, para todos os grupos de usuários da via a que se aplica, as taxas de uso são muito diferentes nos diversos estudos.

Roupa de proteção para motociclistas

A roupa de proteção para motociclistas inclui casacos, jaquetas, calças, luvas, botas e coletes de segurança/protetores de coluna e capacete (o capacete é descrito capítulo 4.11). Na Europa, padrões de vestuário de proteção foram desenvolvidos para motociclistas com estes requisitos: (a) proteção contra arranhões, cortes e ferimentos similares; (b) absorção e distribuição de choque/impacto usando estofamento para joelhos, cotovelos e costas, entre outros (de Rome et al., 2012). Os protetores de coluna geralmente são feitos de um amortecedor de espuma por dentro e plástico duro do lado de fora. Alguns motociclistas usam a chamada jaqueta com *bumps* (lombadas) nas costas, que visa melhorar a aerodinâmica (roupas originalmente desenvolvidas para corridas, mas que também são usadas por alguns motociclistas em vias públicas).

Na Noruega todos os motociclistas usam roupas de proteção. A taxa dos que usam equipamentos de proteção é de 76% para calças de motociclista, 93% para jaquetas e luvas, 81% para botas próprias de motociclistas e 49% para a proteção de coluna. A proteção de pescoço é usada, mas não pela maioria (93% nunca a utilizam). Os equipamentos que aumentam a visibilidade são sempre usados por 25%, apenas algumas vezes por 37%, e não são usados nunca por 37%. Para os condutores de ciclomotores não foram encontrados estudos que mostrassem a frequência de utilização de equipamentos de proteção.

Estudos dos Estados Unidos, França e Austrália (de Rome et al., 2002, 2011; Phan et al., 2008; Reeder et al., 1996) demonstram que o uso de roupas de proteção e material refletivo ou outras roupas particularmente mais visíveis é mais comum entre os motociclistas maiores de 25 anos, com carteira de habilitação, que conduzem com frequência, são membros de algum clube de motociclistas e que acreditam que a proteção efetivamente protege contra lesões. O uso de equipamentos de proteção é mais comum entre os condutores do que entre os passageiros da moto, e mais comum entre os motociclistas do que entre os condutores de ciclomotores. Os equipamentos de proteção mais utilizados foram jaquetas e luvas (usados quase tanto quanto o capacete nos EUA, na Austrália e na maior parte da França), enquanto a calça de proteção é o equipamento menos usado em todos os três países (8% nos EUA, 38% na França e 45% na Austrália). Os resultados de outro estudo (Mangus et al., 2004) su-

gerem que o uso de equipamentos de proteção é estável ao longo do tempo e é pouco influenciado por experiências. O estudo mostrou que a maioria dos motociclistas que se envolveu em acidentes e que não estava usando capacete/vestuário de proteção antes do acidente continuou a não usá-los após o acidente.

Outras medidas que incluem materiais ou roupas refletivas estão descritas em outros capítulos: o capacete, no capítulo 4.10; o capacete para condutores de ciclomotores e motociclistas, no capítulo 4.11; os materiais retrorrefletores em veículos pesados, no capítulo 4.23; as cores refletivas e visíveis para motocicletas, no capítulo 4.24, e os materiais retrorrefletores para bicicleta, no capítulo 4.25.

Impacto sobre os acidentes

Material refletivo e roupas com refletivo, material fluorescente ou cores visíveis

O impacto do material refletivo e de roupas com material refletivo, material fluorescente e cores visíveis no número de acidentes foi empiricamente examinado por:

- Elvik, 1996 (Noruega): Refletivos para pedestres;
- Wells et al., 2004 (Austrália): Roupas e equipamentos para motociclistas com refletivos/luz/cores fluorescentes; e
- Thornley et al., 2008 (Nova Zelândia): Roupas para ciclistas em cores fluorescentes.

Com relação ao uso *de materiais refletivos para pedestres*, foi encontrada uma diminuição significativa no número de acidentes com pedestres no escuro (tabela 4.8.1). O resultado é baseado numa comparação de pedestres usando refletivos e não usando refletivos que se envolveram em acidentes com vítimas no escuro e em condições de tráfego normal. O resultado deve ser considerado como altamente incerto e provavelmente superestimado. Em primeiro lugar, o número de pedestres mortos e feridos no escuro em que o uso de refletivo está documentado não é grande. Em segundo lugar, não há consistência entre definição de áreas urbanas e rurais nos dados da SSB relativos aos acidentes nem da divisão nas contagens da Segurança Viária (Trygg Traffiks) entre ruas centrais e rodovias do interior. Em terceiro lugar, não há controle de outras diferenças entre pedestres com e sem refletivos e pode-se pensar que os que usavam refletivos, por exemplo, são geralmen-

TABELA 4.8.1: IMPACTO DE REFLETIVOS E ROUPAS COM REFLETIVOS, MATERIAL FLUORESCENTE OU CORES VISÍVEIS NO NÚMERO DE ACIDENTES ENVOLVENDO PEDESTRES, CICLISTAS OU MOTOCICLISTAS.

Tipo de equipamento	Variação porcentual do risco de lesão		
	Tipo de lesão/acidentes afetados	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Material refletivo para pedestres	Acidentes com pedestres no escuro	-85	(-95; -75)
Roupas para ciclistas em cores fluorescentes – sempre vs nem sempre	Acidentes de bicicleta com vítima	-27	(-43; -7)
Roupas para ciclista em cores fluorescentes – sempre vs nunca	Acidentes de bicicleta com vítima	-88	(-96; -61)
Roupas para motociclistas com cores refletivas/ fluorescentes	Acidentes de motocicleta com vítima	-37	(-58; -5)
	Acidentes de motocicleta com vítima à luz do dia	-38	(-58; -8)
	Acidentes de motocicleta com vítima ao entardecer	-49	(-86; +86)
	Acidentes de motocicleta com vítima no escuro	-53	(-79; +5)
Capacete de moto branco (vs capacete preto)	Acidentes de motocicleta com vítima	-24	(-43; +1)
Capacete de moto amarelo / laranja (vs capacete preto)	Acidentes de motocicleta com vítima	-21	(-65; +78)
Roupas de motociclista em cores luminosas (vs cores escuras)	Acidentes de motocicleta com vítima	+10	(-11; +36)

te mais cautelosos e menos influenciados pelo uso de substâncias entorpecentes que aqueles que não os utilizam. Esta falta de controle é provavelmente a maior deficiência, porque leva a uma estimativa sistemática do impacto dos refletivos. Além disso, é provável que nem todos os tipos de refletivos para pedestres sejam igualmente eficazes (as bandanas refletivas em volta dos tornozelos e/ou pulsos, por exemplo, provavelmente são mais eficazes que um simples pedaço de material refletivo dependurado; veja *biomotion* abaixo).

Para **roupas de ciclismo em cores fluorescentes**, verificou-se uma grande e significativa redução no número de acidentes com vítimas em bicicleta. Isso se aplica a todos os acidentes, tanto à luz do dia quanto no escuro (tabela 4.8.1). O resultado é baseado no uso autorrelatado de roupas refletivas e fluorescentes e lesões significativas também autorrelatadas que levaram ao afastamento do trabalho por pelo menos um dia (Thornley et al., 2008). Há um controle de um grande número de outros fatores (incluindo idade, sexo, experiência com bicicleta e velocidade média dos ciclistas) e, portanto, não se pode explicar os resultados somente pelas diferenças do uso ou não-uso de roupas mais visíveis entre os ciclistas.

Foram realizados muitos estudos que examinam o impacto das cores refletivas e fluorescentes para pedestres e ciclistas em relação à distância de detec-

ção, reconhecimento e tempo de reação. Em uma revisão da literatura, Kwan & Mapstone (2004) encontraram 37 estudos desse tipo. Eles mostram que as cores fluorescentes em roupas para pedestres e ciclistas melhoram a distância de detecção, o reconhecimento e o tempo de reação à luz do dia. Para distância de detecção, foi encontrado em média um aumento de 10%. No escuro, foi constatada uma melhoria na distância de detecção, no reconhecimento e no tempo de reação para materiais retrorrefletores amarelos e vermelhos. A distância de detecção é em média duas vezes maior (média não ponderada dos resultados resumidos em Kwan & Mapstone, 2004). Apenas um estudo (Balk et al., 2008) não encontrou nenhum impacto sobre a distância de detecção do uso de colete refletivo. Quando o veículo usa farol alto, a distância de detecção aumenta para além de 400 metros (Nordisk Trafikk-sikkerhetsråd, 1975; Blomberg, Hale e Preusser, 1984). Hagel et al., (2007) mostraram, em pesquisas de campo, que o amarelo, o laranja e o vermelho têm um impacto maior sobre a visibilidade de ciclistas do que o branco e que a cor sobre o tronco tem um impacto maior do que a cor na calça ou no capacete.

Watts (1984) demonstrou que a distância entre o veículo e a bicicleta aumenta quando os veículos passam perto de ciclistas que usam coletes refletivos. Estudos noruegueses antigos mostraram que a

distância de detecção de pedestres em vias sem iluminação aumenta de 25-40 metros (sem refletivos) para 130-140 metros (com refletivos). Com base nos resultados a respeito das roupas de motociclistas com cores refletivas ou fluorescentes (ver abaixo), pode-se imaginar que elas tornam mais fácil para os condutores calcular a velocidade dos ciclistas, o que reduz o risco de os condutores não obedecerem à prioridade dos ciclistas nas situações em que o ciclista estiver mais rápido que o condutor (p. ex., quando o veículo vai virar à esquerda, enquanto um ciclista no sentido oposto se aproxima rapidamente em declive).

Uma série de estudos mostrou que as medidas para aumentar a visibilidade são mais eficazes para pedestres e ciclistas quando o padrão de movimento torna-se visível (*biomotion*), quando, por exemplo, eles utilizam fita refletiva em volta dos tornozelos, pulsos, braços e pernas (Wood et al., 2012). Para ambos pedestres e ciclistas existe uma série de estudos que mostram que a detecção e a percepção da distância com o uso do colete refletivo é de duas a cinco vezes maior do que com roupas pretas, enquanto que com refletivos com *biomotion* (além do colete) a detecção e a percepção da distância é de 6 a 9 vezes maior (Balk et al., 2008; Luoma et al., 1998; Tyrrell et al., 2009; Wood et al., 2005, 2012). Os Nestes estudos os refletivos com *biomotion* proporcionaram de duas a três vezes maior detecção/percepção da distância do que os coletes refletivos. Os refletivos com *biomotion* são igualmente eficazes tanto em um ambiente com muita distração visual quanto em áreas mais calmas, conforme mostrado na pesquisa de campo de Tyrrell et al. (2009). Apenas em um estudo (Moberly et al., 2002) não foi encontrada nenhuma diferença significativa na distância de detecção entre o uso de colete refletivo e o do refletivo com *biomotion*.

As roupas de motociclista com cores refletivas/fluorescentes reduzem o número de acidentes de motocicleta principalmente no escuro, mas também durante o dia. Para roupa ou capacete em cores luminosas, no entanto, não foi encontrado nenhum impacto significativo no número de acidentes (tabela 4.8.1). Os estudos do efeito sobre o tempo de reação e distância de detecção mostraram que a roupa do motociclista com materiais e cores retrorrefletoras ou fluorescentes aumenta a visibilidade e a distância de detecção, que o efeito neste caso é maior que o efeito das mesmas cores/materiais da motocicleta e que essas cores e materiais nas roupas e capacetes também reduzem o risco de a ve-

locidade da motocicleta ser subestimada pelos outros usuários (Olson et al., 1981; Huang & Preston, 2004). Os resultados da pesquisa de Brenac et al. (2006) sugerem que o aumento da visibilidade tem o maior efeito sobre o número de acidentes em alta velocidade, o que pode ser explicado pelo fato de as cores visíveis facilitarem a avaliação do movimento e que é especialmente difícil para os condutores calcularem a velocidade de veículos com contrastes fracos (Horswill & Plooy, 2008). Elliott et al. (2003) mostraram, em ambos experimentos de laboratório e pesquisas de campo, que jaquetas ou coletes em cores fluorescentes tornam mais fácil detectar os motociclistas, enquanto que as cores fluorescentes em um capacete ou nas calças não têm nenhum efeito significativo, o que confirma os resultados de estudos de acidentes (tabela 4.8.1).

No entanto, há alguma discordância sobre se as cores visíveis e refletivas de fato aumentam a probabilidade de os condutores verem os motociclistas no trânsito real (ref. Elliott et al., 2003; Nordkvist & Gregersen, 2010), pois alguns estudos mostraram que pode haver teoricamente certas situações em que os motociclistas vestidos de preto sejam mais visíveis (Gershon et al., 2012; Hole et al., 1996). No entanto, apenas em situações específicas a roupa preta pode ser mais visível que as roupas com cores fluorescentes ou luminosas, como, por exemplo, quando se vê a silhueta do motociclista contra um céu brilhante. Em ambientes mais complexos, como, por exemplo, nas cidades, todos os estudos mostraram melhor visibilidade com roupas em cores fluorescentes ou luminosas.

Gershon & Sinar (2013) mostraram em um experimento que um pisca-pisca no capacete da motocicleta pode tornar mais fácil para os condutores detectarem uma motocicleta no cruzamento. Entretanto, os pisca-piscas que foram testados não são adequados para o uso diário.

Roupa de proteção para motociclistas

Foram encontradas as seguintes pesquisas que quantificam o impacto de roupas de proteção em diferentes tipos de lesão em acidentes de motocicleta:

Aldman, Cacciola, Gustafsson, Nygren e Wersäll, 1981 (Suécia);
Hurt, Ouellet e Thom, 1981 (EUA);

Danner, Langwieder, Polauke e Spornier, 1984 (Alemanha);
 Aldman, Kajzer, Gustafsson, Nygren e Tingvall, 1985 (Suécia);
 Otte et al., 2002 (Alemanha);
 König & Berg, 2006 (Alemanha);
 Phan et al., 2008 (França);
 de Rome, Ivers, Fitzharris, Du, Haworth, Heritier & Richardson, 2011 (Austrália) e
 McIntyre et al., 2011 (Austrália).

O resumo dos resultados está na tabela 4.8.2.

Os resultados da tabela 4.8.2 indicam que a maioria dos tipos de roupa reduz o risco de lesão nas partes do corpo em que se aplica a proteção. Possivelmente devido ao pequeno número de acidentes, muitos dos resultados não são estatisticamente confiáveis. Jaquetas e calças de proteção protegem contra lesões nos membros (braços e pernas), mas em menor escala contra as lesões nas partes superior e inferior do corpo. De maneira geral, protegem os motociclistas contra a maioria dos ferimentos leves, tais como arranhões, cortes, queimaduras e feridas expostas e em menor grau contra fraturas (Hurt et al., 1981; de Rome et al., 2011; Elliott et al., 2003; Phan

et al., 2008). Em mais da metade de todos os acidentes com vítimas envolvendo motocicleta, o motociclista desliza sobre uma longa superfície da pista ao ser arremessado (Baldock et al., 2011) e, portanto, em muitos acidentes a proteção contra arranhões e queimaduras pode reduzir as lesões. Também tem sido afirmado que o vestuário de proteção reduz a exposição à sujeira, o risco de infecção e o risco de fraturas graves e expostas (Aldman et al., 1981; de Rome et al., 2011; Otte et al., 2002). No estudo de Otte et al. (2002), encontrou-se um importante percentual de redução de fraturas graves. Quando se analisa o impacto em diferentes tipos de acidentes, parece que ele é maior (-72%) em colisões a uma velocidade relativa abaixo de 30 km/h, enquanto que o impacto é menor (-18%) e estatisticamente não significativo em acidentes a uma velocidade relativa superior a 30 km/h (não mostrado na tabela 4.8.2).

O impacto contra lesões mais graves provavelmente é limitado. No entanto, também foram encontrados percentuais de redução de ferimentos graves (ao invés de somente ferimentos leves) com o uso de jaquetas e calças de proteção, de redução de lesões internas com o uso de jaqueta protetora e de redução de fraturas ósseas mais complicadas com o uso de

TABELA 4.8.2: IMPACTOS DO USO DE ROUPAS DE PROTEÇÃO PARA MOTOCICLISTAS QUANTO ÀS LESÕES EM ACIDENTES DE MOTOCICLETA:

Tipo de equipamento	Variação percentual do risco de lesão		
	Tipo de lesão / acidentes afetados	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Roupas de motociclista	Lesões nos braços e pernas	-71	(-82; -54)
	Ferimentos expostos	-65	(-77; -47)
	Fraturas	+16	(-6; +44)
Jaqueta e calça de proteção (vs sem jaqueta e sem calça de proteção)	Lesões graves (vs lesões leves)	-42	(-60; -17)
Jaqueta de proteção	Lesões graves (vs lesões leves)	-19	(-49; +28)
	Lesões no braço	-33	(-46; -15)
	Lesões internas	-53	(-78; +4)
	Lesões na parte superior do corpo	-5	(-39; +47)
Jaqueta acolchoada	Lesões na parte superior do corpo	-23	(-32; -13)
Jaqueta com proteção de coluna	Lesões na coluna	+116	(+8; +332)
Protetor de coluna separado	Lesões na coluna	-23	(-78; +170)
Calças de proteção	Lesões graves (vs lesões leves)	-29	(-58; +21)
	Fratura grave na perna (vs fratura branda)	-36	(-57; -3)
	Lesões na perna	-20	(-38; +3)
	Lesões na parte inferior do corpo	-7	(-18; +5)
Calça de proteção acolchoada	Lesões na perna	-39	(-59; -9)
	Lesões na parte inferior do corpo	-21	(-39; +2)
Botas	Lesões nos pés	-53	(-56; -50)
Luvras	Lesões nas mãos	-41	(-56; -19)

calças de proteção. Aqui não há diferenciação entre os tipos de roupa, como, por exemplo, distinção entre acolchoado integrado à roupa ou não.

Conforme mostraram de Rome et al. (2012), a taxa de motociclistas que se recuperaram inteiramente depois de seis meses do acidente foi 6,22 vezes maior entre aqueles que usavam capacetes, jaquetas e calças de proteção do que entre aqueles que não usavam jaqueta de proteção (e nenhuma outra peça do vestuário, exceto capacete) e 4,68 vezes maior entre aqueles que usavam capacetes e jaquetas acolchoadas do que entre aqueles que não os utilizavam. A diferença entre aqueles que usam calças de proteção e os que não usam (incluindo os que usam capacete e jaqueta de proteção) pode ser explicada pelo fato de que aqueles que usam o conjunto de jaqueta e calças de proteção normalmente também usam botas, luvas e roupas de proteção com estofamento, ao contrário daqueles que não usam calças de proteção.

Os resultados da tabela 4.8.2 mostram que o impacto do uso de jaquetas e calças é maior quando estas são acolchoadas. Para botas e luvas foram encontradas grandes diferenças entre acolchoadas ou não. As botas podem proteger especialmente contra lesões no calcanhar quando o pé fica preso nas rodas. Estas lesões podem requerer hospitalização e prolongado período de recuperação (Suri et al., 2007).

Para protetor de coluna independente foi encontrada uma redução de 23% no número de lesões nas costas. Os protetores de coluna integrados à jaqueta, no entanto, parecem aumentar o número de lesões nas costas. É incerto se o resultado se deve a coincidências nos dados (ambos os resultados não são estatisticamente confiáveis) ou se o protetor de coluna integrado pode realmente ter um efeito negativo. Diferentemente do protetor de coluna independente, que é fixado diretamente sobre o corpo, o protetor integrado pode deslizar para o lado junto à jaqueta e, assim, perder o efeito esperado de redução de lesões.

Os estudos de Hurt & Wagar (1981) e McCartt et al. (2011) sugerem que os motociclistas que usam equipamentos de proteção estão menos envolvidos em acidentes do que os que não os utilizam. Os resultados da tabela 4.8.2 são baseados em estudos que comparam diferentes tipos de lesão sofridos por motociclistas em acidentes. Portanto, os resultados provavelmente não são influenciados pelas diferenças no risco de acidentes.

Uma medida que não foi empiricamente pesquisada é a lombada de redução de velocidade. Não há pesquisa que mostre como as lombadas atuam sobre as lesões em acidentes. Experiências com motociclistas feridos mostraram que as lombadas podem tornar mais difícil para que os paramédicos realizem os primeiros socorros básicos e as lesões nas costas podem eventualmente piorar (Hinds et al, 2007).

As medidas que até o momento só foram testadas em testes de colisão e que não são de uso comum dos motociclistas em vias públicas são o protetor de pescoço e as roupas de proteção com airbags. Os protetores de pescoço visam evitar lesões no pescoço, que são raras, mas podem ser muito graves e muitas vezes difíceis ou impossíveis de tratar (Nawrocki et al., 2004). Os protetores de pescoço estão disponíveis no mercado, mas apenas em lojas especializadas para automobilismo. Entretanto, não foram encontrados testes que mostrassem se este equipamento realmente protege contra lesões no pescoço. As proteções para o pescoço foram desenvolvidas e testadas em experimentos de colisão da BMW e KTM. O vestuário de proteção com airbags até agora só foi testado em testes de colisão e ainda não está no mercado. Os resultados indicam que estes equipamentos podem reduzir as lesões especialmente na medula e no tronco (Di Tanna & Pieve, 2007).

Impacto na mobilidade

Não foi documentado nenhum impacto das medidas tratadas neste capítulo em relação à mobilidade. Se a visibilidade da roupa significa que outros usuários respeitarão a preferencial em maior grau, conclui-se que esta medida levará a uma melhoria na mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Tem-se discutido se os materiais retrorrefletores podem ter impacto ofuscante. Os refletivos convencionais para pedestres e os refletivos na bicicleta não parecem causar ofuscamento. Não foi comprovado nenhum outro impacto das medidas no meio ambiente.

Custos

Os custos de diferentes materiais refletivos e das roupas de proteção variam. As peças retrorrefletores são frequentemente distribuídas de forma gra-

tuita. As bandanas para pedestres e os adesivos refletivos podem custar até várias centenas de coroas. As calças e jaquetas de proteção para motociclistas podem ser encontradas em diferentes faixas de preço e podem custar NOK 10.000 ou mais.

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma análise norueguesa de custo-benefício das medidas discutidas neste capítulo. Para fazer uma avaliação simplificada para verificar se pode ser socioeconomicamente rentável usar roupas refletivas ou fluorescentes, calcula-se um teto de o quanto estes equipamentos podem custar sem que sejam economicamente desvantajosos. Isso é feito de acordo com as seguintes premissas: o número médio de mortos ou feridos por milhão de passageiros/km é de 0,62 e 0,54 para os ciclistas e para os motociclistas (Bjørnskau, 2011). As informações sobre respectivamente mortos, ferimentos gravíssimos, graves ou leves foram retiradas dos bancos de dados do Escritório Central de Estatística da Noruega (Statistisk Sentralbyrå, 2006-2011). Os custos socioeconômicos de lesões pessoais com diferentes graus de lesões foram retirados de Veisten et al. (2010). A durabilidade do equipamento é estimada em três anos (na prática, os equipamentos podem durar muito mais do que isso). A taxa de juros calculada é de 4,5%. Com base nestes pressupostos, os custos das lesões esperados que uma pessoa pode evitar com o uso de diferentes tipos de roupas/equipamentos de proteção em um período de três anos é estimado como mostra a tabela 4.8.3. Os impactos no número de feridos são tomados a partir das tabelas 4.8.1 e 4.8.2.

A tabela 4.8.3 mostra que a roupa de ciclista em cores fluorescentes é provavelmente a mais rentável, mesmo com uma quilometragem anual relativamen-

te baixa. Por exemplo, o benefício de uma jaqueta de ciclista que custa NOK 1.000 é 1,795 vez maior que o custo quando se pedalam 2.000 km por ano e 4,489 maior caso se pedalem 5.000 km por ano. A rentabilidade será ainda maior se for levado em consideração que se deve ter uma jaqueta. Caso somente se use um colete simples, que custa cerca de NOK 100, a rentabilidade será 10 vezes maior.

As roupas de motociclista com cores refletivas ou fluorescentes podem custar acima de NOK 4.000 para uma quilometragem anual de 2.000 km (e consideravelmente mais que isso em quilometragens anuais maiores), dos quais a rentabilidade reside somente na possível economia dos gastos relativos às lesões evitadas.

Para equipamentos de proteção de motocicleta, existem inúmeras e diferentes estimativas do impacto em relação às lesões. Na tabela 4.8.3, toma-se como base um valor médio aproximado (-30%) e também calcula-se a expectativa do custo das lesões dos acidentes evitados, supondo-se que apenas os ferimentos leves tenham sido afetados. Estes resultados mostram que o uso pode ser rentável, mesmo com uma quilometragem anual de 2.000 km (dependendo da faixa de preço e do tipo de roupa que se usa). Quando se assume que a roupa só evita lesões leves, a utilização será provavelmente pouco rentável. A maioria dos estudos mostra que até mesmo as lesões graves podem ser evitados até certo ponto.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa das medidas

As autoridades viárias decidem os requisitos relativos ao uso das roupas de proteção com materiais

TABELA 4.8.3: CUSTOS ESPERADOS DE LESÕES (NOK) QUE UMA PESSOA PODE EVITAR COM O USO DE DIFERENTES TIPOS DE ROUPAS/EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO EM UM PERÍODO DE TRÊS ANOS.

Custos de lesões que se espera evitar pela quilometragem anual				
Tipo de equipamento	Impactos no número de vítimas	2.000 km	5.000 km	10.000 km
Roupas de ciclista com cores fluorescentes	-27% vítimas	1.795	4.489	8.977
Roupas para motociclistas com cores refletivas/fluorescentes	-37% vítimas	4,555	11.387	22.775
Vestuário de proteção para motociclistas (jaqueta & calças)	-30% vítimas	3.693	9.233	18.466
Vestuário de proteção para motociclistas (jaqueta & calças)	-40% ferimentos leves	568	1.419	2.893

refletivos. Novas exigências técnicas podem ser introduzidas, tais como novos regulamentos do Código de Trânsito Viário ou por modificações na Regulamentação de Veículos.

Requisitos e procedimentos formais

Hoje são obrigatórios os refletivos de pedal e refletor traseiro para bicicletas, a sinalização retrorrefletora nos veículos e os refletivos na parte traseira nos veículos. Para os trabalhadores em rodovias, os requisitos estipulados são vestuário de trabalho e colete de proteção (Statens vegvesen, 1979). O Padrão Norueguês 9370 estabelece os requisitos para os diferentes tipos de refletivos pessoais (Norges standardiseringsforbund, 1994). Para os motociclistas, o uso do capacete é obrigatório. Os demais equipamentos de proteção pessoal não são obrigatórios, mas no capítulo 46 sobre regulamentação de veículos são descritos os requisitos para a roupa de proteção e as roupas aprovadas. Para maiores informações sobre capacete de ciclistas e motociclistas, veja o capítulo 4.11.

Responsabilidade pela execução das medidas

O usuário é responsável pelo uso de materiais e roupas refletivas, sejam eles obrigatórios ou não. Os custos com a aquisição de materiais refletivos e roupas de proteção são por conta do próprio usuário do equipamento.

4.9 DIREÇÃO, SUSPENSÃO E ESTABILIDADE

O capítulo foi revisado em 2010 por Alena Høyevang (TØI)

Problema e finalidades

Acidentes em que o condutor perde o controle do veículo e acidentes com capotamento são normalmente mais graves que outros tipos de acidentes (Keall, Newstead e Watson, 2006; Krull, Khattak e Council, 2000). Nas estatísticas oficiais norueguesas, não se registra se o acidente ocorreu devido à perda de controle por parte do condutor ou quais dos acidentes foi capotamento. Estudos detalhados de 130 acidentes fatais com caminhões articulados na Noruega entre 2005 e 2008 mostraram que 12 dos acidentes foram capotamentos em curvas (Assum e Sorensen, 2010).

Nos Estados Unidos, em 2000, a taxa de capotamentos entre todos os acidentes envolvendo veículos de passeio foi de 2,6%, enquanto para os acidentes fatais envolvendo veículos de passeio 20% foram capotamentos (Deutermann, 2002). Na Austrália, de 1999 a 2003, a taxa de capotamentos entre todos os acidentes registrados foi de 2,4%, mas entre todos os acidentes fatais e graves foi de 11% (Keall et al., 2006). Para os veículos pesados e SUVs (*Sport Utility Vehicle*), a taxa de acidentes fatais com capotamento é ainda maior que para veículos de passeio convencionais. Nos EUA, em 1999 a taxa de capotamentos foi de 53% entre todos os acidentes fatais envolvendo veículos pesados. Entre os veículos de passeio, a taxa foi de 29% de todos os acidentes fatais (Stevens et al., 2001). Estes resultados mostram que o capotamento também contribui para aumentar a gravidade de um acidente. Também aumenta a probabilidade de a pessoa ser atirada para fora do veículo e ferida contra o próprio interior, por exemplo, quando o teto é pressionado. As lesões mais graves nesses acidentes ocorrem quando o veículo capota várias vezes (Eigen, 2005).

Os capotamentos podem ocorrer de várias maneiras. Dentre outros, distingue-se entre capotamentos originados a partir do choque com algum obstáculo ou sem este choque (*tripped vs. untripped*). Na maioria das vezes, os veículos chocam-se no meio-fio ou em algum obstáculo baixo, o que gera o movimento de capotamento (Eigen, 2005; McLean et al., 2005). Alguns poucos, principalmente com veículos leves, acontecem devido à aceleração lateral, não havendo o choque com obstáculo antes do capotamento. A taxa sem choque com obstáculo antes do capotamento é de 4% para os automóveis e 20% para caminhões (Winkler e Ervin, 1999). Entre os caminhões-tanque, a taxa sem esse tipo de choque é de 14%. A taxa de capotamentos ocorridos a partir de manobra para evitar um acidente é de cerca de 5% entre os caminhões e caminhões articulados (Pape, Harback e McMillan, 2007). Caminhões e caminhões articulados capotam com maior frequência que outros veículos devido à alta velocidade em curvas e em acessos nas rodovias (Wang e Council, 1999). Entre os caminhões articulados, as unidades de tração com semirreboques são particularmente mais vulneráveis a capotamento em curva em comparação aos caminhões com reboque ou reboque de eixo (Assum e Sorensen, 2010).

Um problema particular dos veículos pesados é que as características de condução mudam de acordo

com o peso e a posição da carga. O condutor tem pouca oportunidade de controlar o movimento do reboque carregado e assim saber quais manobras seriam arriscadas. Quando surge perigo de capotamento, normalmente não há tempo hábil para que o condutor o perceba antes que seja tarde demais (Winkler e Ervin, 1999). Em aproximadamente 20% de todos os acidentes com capotamento envolvendo veículos leves nos EUA, outros veículos também estavam envolvidos. Estes acidentes geralmente são mais graves que os individuais (Eigen, 2005).

Direção, suspensão e amortecimento devem cooperar para aumentar a estabilidade do veículo e tornar possível fazer todas as manobras usuais (e todas as manobras de emergência previsíveis) sem que se perca o controle do veículo.

Descrição da medida

A **direção** é necessária para que o condutor possa mudar o sentido do veículo. Os movimentos de direção são transmitidos às rodas normalmente por meio de uma série de instalações mecânicas e hidráulicas. Alguns sistemas de direção também podem utilizar sistemas eletrônicos. As rodas podem, por exemplo, girar menos ao mesmo movimento do volante a uma velocidade elevada do que a uma velocidade baixa. Os sistemas exclusivamente eletrônicos (*steer-by-wire*) não estão atualmente no mercado, mas foram demonstrados por vários protótipos.

Eixo traseiro direcionável: Na maioria dos veículos, controla-se apenas as rodas dianteiras. Alguns veículos têm direção nas quatro rodas, de modo que as rodas do eixo traseiro também são controladas. A finalidade do eixo traseiro direcionável é aumentar a capacidade de manobra em baixa velocidade e reduzir os requisitos de espaço quando da condução em curvas ou para aumentar a estabilidade à velocidade elevada. À baixa velocidade, as rodas traseiras são controladas na direção oposta a das rodas da frente, enquanto a velocidades mais elevadas (geralmente de 30 a 60 km/h), as rodas traseiras são controladas em paralelo com as rodas dianteiras. O eixo traseiro direcionável é particularmente relevante para os veículos longos e caminhões articulados. Existem eixos traseiros direcionáveis passivos e ativos. As rodas de um eixo direcionável passivo (traseiras autônomas) podem ser giradas em curvas fechadas à baixa velocidade principalmente, para reduzir o desgaste dos pneus (Taramoeroa e de Pont, 2009). Os eixos direcionáveis em caminhões-reboque normalmente

se bloquearão acima de 40 km/h. Se o bloqueio não funcionar, poderá haver uma redução da estabilidade (Assum e Sorensen, 2010). Um eixo traseiro direcional ativo pode, além disso, proporcionar melhor estabilidade a altas velocidades e quando a situação do trânsito exigir mudanças de sentido repentinas (Gies, 1991; Kharrazi, Lidberg, Lingman, Svensson e Dela, 2008).

Suspensão e amortecimento incluem, essencialmente, diversos mecanismos localizados entre a roda e o chassi que absorvem a energia do movimento vertical (devido a buracos ou solavancos na via ou nas curvas, por exemplo). As molas da suspensão absorvem e depois expandem, ou seja, a energia originada pelo impacto é armazenada na mola antes de ser convertida em energia cinética na direção oposta. Um automóvel com apenas a suspensão (sem amortecimento) saltaria muito para cima e para baixo. A tarefa do amortecimento é conter esse salto, primeiro absorvendo com a mola a energia cinética do impacto e depois liberando energia quando a mola se expande. A maior parte da energia cinética é convertida em calor.

Há muitos tipos diferentes de suspensão (incluindo a mola helicoidal e a mola de lâmina) e amortecedores (hidráulicos e pneumáticos) com características diferentes. Alguns veículos têm amortecedores ativos que são controlados eletronicamente, que trabalham conforme a situação de condução. Esses sistemas não são difundidos e estão disponíveis apenas entre os automóveis de maior preço. Este capítulo trata apenas das relações gerais entre as características dos amortecedores e a segurança.

A finalidade da suspensão e do amortecedor é melhorar a dirigibilidade e o conforto para o condutor e os passageiros. A suspensão e o amortecedor atuam sobre o atrito em diferentes situações de condução, como, por exemplo, em curvas, em superfícies irregulares ou ao frear e, portanto, em relação às características de direção e frenagem do veículo. Os amortecedores do veículo também contribuem para a sustentação da carga e interferem no seu deslocamento em maior ou menor grau.

A estabilidade descreve todas as características de um veículo que afetam sua controlabilidade ou capacidade de manobra. Quanto melhor a estabilidade, menor a probabilidade de o condutor perder o controle do veículo. Se o condutor perder o controle, o veículo irá desordenadamente para outras direções que não a desejada por ele e poderá girar

ou capotar. A estabilidade é influenciada por muitas características diferentes do veículo, incluindo direção, suspensão e absorção de choque, como descrito neste capítulo. Os fatores que, entre outros, afetam a estabilidade são: dimensões e geometria do veículo e distribuição de peso, aerodinâmica, pneus e sistemas eletrônicos (como freios ABS, controle eletrônico de estabilidade ou controle de capotagem). Não existem estatísticas que quantifiquem e caracterizem a direção, a suspensão, a absorção de choque e a estabilidade dos veículos noruegueses.

Os impactos dos sistemas eletrônicos que aumentam a estabilidade do veículo (sistemas antiderrapagem e controle de capotamento) são descritos no capítulo 4.29, Sistemas ativos de manobra.

Impacto sobre os acidentes

Há muito poucos estudos a respeito de como a direção, a suspensão e a absorção de choque afetam os acidentes. Há apenas resultados de testes de pista ou de estudos de simulação que mostram como as propriedades desses sistemas podem afetar a dirigibilidade do veículo. Contudo, o envolvimento em acidentes de diferentes tipos de veículos e a relação entre o centro de gravidade do veículo e o risco de acidente foi investigado em vários estudos.

Direção: Falhas e deficiências no mecanismo de direção: Foram realizadas pesquisas sobre as condições técnicas de caminhões articulados em que se estimou o efeito da incidência de falhas, inclusive no dispositivo de direção, no risco relativo de ser envolvido em acidentes. Nos Estados Unidos, Jones e Stein (1989) apontaram que houve erros no dispositivo de direção em 21% dos caminhões articulados envolvidos em acidentes. O risco de ser envolvido em acidentes foi duas vezes maior para os caminhões articulados que tinham estas falhas (intervalo de confiança de 95% [1,2; 3,4]).

Experimentos de pista demonstraram que não há maior risco de perder o controle sobre veículos de passeio quando há deficiências como folga do volante e suspensão frouxa. A capacidade de evitar obstáculos inesperados na rodovia foi quase a mesma de quando não há folga nem frouxidão. Os condutores de automóveis com folga no volante pareceram ter que compensar mais essa deficiência (Arnberg e Odsell, 1978). Deve ser enfatizado que a folga investigada não foi maior do que a normalmente esperada como resultado do desgaste do uso

normal. Uma folga muito grande no volante pode ser configurada como perigosa.

Eixo traseiro direcionável: Kharrazi et al. (2008) demonstraram por meio de testes de pista que veículos pesados com eixo traseiro direcionável executam inversões e mudanças de pista com maior estabilidade e requerem menos movimentos de volante que os que não dispõem desse eixo. Durante a frenagem, numa superfície com diferentes forças de atrito para o lado direito e para o lado esquerdo (*split-mu braking*), quando o veículo freia na superfície da via com um coeficiente de atrito assimétrico para a esquerda e para a direita, os veículos com eixo traseiro direcionável tiveram uma distância de frenagem cerca de 10% menor que aqueles sem este eixo. Estudos noruegueses mais detalhados, com 15 acidentes individuais de caminhões articulados e 18 de colisões em que os caminhões articulados foram responsáveis, indicaram que problemas com o eixo de direção (eixo não bloqueado) em um semirreboque provavelmente foram fatores contribuintes em dois dos acidentes envolvendo um único veículo e em uma das colisões (Assum e Sorensen, 2010). Não foram encontrados estudos de como o eixo traseiro direcionável afeta os acidentes.

Frouxidão no sistema de suspensão: Experimentos com sistema de suspensão de veículos com frouxidão mostraram que isso não reduz o desempenho do condutor (Arnberg e Odsell, 1978). Na pesquisa, no entanto, não foi incluída uma frouxidão maior que a esperada devido ao desgaste de utilização normal.

Amortecedores defeituosos: Amortecedores defeituosos afetam o comportamento da condução e podem afetar a segurança. A existência de amortecedores defeituosos não é registrada nos boletins de ocorrência de acidentes. Na Alemanha, pelo menos um entre quatro automóveis apresentam defeito nos amortecedores (Tromp, 1989).

Centro de gravidade e estabilidade contra capotamento: Um centro de gravidade alto aumenta o risco de tombamento e capotamento. Há uma estreita relação entre o risco de capotamento e o chamado “fator de estabilidade estática” (*Static Stability Factor*; SSF, a relação entre a metade do comprimento longitudinal do veículo e altura do centro de gravidade em relação à superfície do pavimento). Uma razão próxima a 1 oferece o maior percentual de acidentes; para que o percentual de acidentes se aproxime de zero, a razão fica em torno de 1,5 a

1,6 (Allen, Szostak, DH, Rosenthal e Owens, 1992). Outro indicador do risco de capotamento é o chamado “índice de inclinação ortostática” (*Tilt Table Ratio*, TTR). Quando um veículo está sobre uma superfície que se inclina em um dos lados em um ângulo tal que as rodas de um lado do veículo começam a perder contato com o solo é o índice de inclinação ortostática (Farmer e Lund, 2002). A medida mais direta da estabilidade é o limite estático de capotamento (SRT), que é expresso como *g* ou força centrífuga necessária para tombar o veículo. Quanto mais baixo o *g*, mais fácil é o capotamento do veículo. Um veículo com SRT de 0,3 ou menos sofre quatro vezes mais acidentes com capotamento ou perda de controle por parte do condutor que veículos com um SRT igual ou maior que 0,5 (Tarmoera e de Pont, 2009).

Automóveis largos e baixos têm baixo risco de capotamento; automóveis estreitos e altos têm alto risco de capotamento/instabilidade (Harwin e Brewer, 1990; Robertson, 1989; Robertson e Kelley, 1989; Whitfield e Jones, 1995). A forma exata desta relação é influenciada por vários fatores, entre eles o sistema de suspensão, a distância entre os eixos (comprimento do veículo) e a massa do veículo (peso). Kallan e Jermakian (2008) mostraram que SUVs com um SSF maior que 1,2 têm 69% menos risco de capotamento do que SUVs com baixo SSF (intervalo de confiança de 95% [-80; -52]). Outros fatores que afetam o risco de capotamento e que foram pesquisados são: dimensões do automóvel, controle eletrônico de estabilidade, idade do condutor e embriaguez. Allen et al. (1992) mostraram que a relação entre o SSF e a proporção de acidentes individuais com capotamento apresenta um $r = 0,769$. Os resultados de testes padronizados de condução em pista são mais esclarecedores sobre o risco de capotamento do que indicadores estatísticos (Farmer e Lund, 2002).

O maior fator de risco de capotamento é um centro de gravidade mais alto em situações de aceleração lateral. Na Noruega, o centro de gravidade alto foi fator contribuinte para o tombamento ou capotamento de oito dos quinze acidentes individuais envolvendo caminhões articulados entre os anos 2005 e 2008 (Assum e Sørensen, 2010).

Estudos dos EUA (Winkler, 2000; Winkler e Ervin, 1999) mostraram que os veículos de passeio normalmente toleram acelerações laterais superiores a 1g. Para picapes, SUVs e vans a aceleração lateral máxima geralmente fica entre 0,8 e 1,2 g. Para cami-

nhões o limite é muitas vezes inferior a 0,5 g. Com a carga completa, o limite pode ser inferior a 0,2 g. Os caminhões-tanque normalmente têm limites em torno de 0,35 g. Nos EUA, as curvas são construídas de forma que a aceleração lateral seja de 0,17 g. Na prática, porém, ela fica acima de 2 g. Dados de acidentes entre 1987 e 1991 mostram que há uma estreita correlação entre a aceleração máxima lateral e o percentual de capotamentos dentre todos os acidentes com veículos individuais (Winkler e Ervin, 1999). Um aumento do valor-limite da aceleração lateral máxima para 0,1 g implica uma redução do risco de capotamento de 50%. Isso se aplica aos valores entre 0,4 e 0,7 g (Sampson e Cebon, 2001).

Estabilidade de capotamento de veículos de passeio versus SUVs/picapes/vans:

SUVs e picapes têm o centro de gravidade mais alto que os veículos de passeio em relação à superfície da pista (Whitfield e Jones, 1995). Vários estudos mostraram que estes veículos capotam com maior frequência que os automóveis de passeio. Em um estudo de 1989 (Robertson, 1989), alguns modelos como o Ford Bronco (1974-1987), o Jeep das categorias CJ-5 (1963-1987) e o CJ-7 (1976-1986) apresentaram um risco de 6 a 20 vezes maior de capotamento.

Os modelos mais recentes têm menor risco de capotamento que os modelos mais antigos. Com o aumento da idade dos veículos, Strashny (2007) mostrou que o risco de capotamento aumenta 1,7%. Kindelberger e Eigen (2003) mostraram que o risco aumenta 3% e Keall et al. (2006), que aumenta 2%. Todos os três estudos controlaram também diversos outros fatores, incluindo a idade dos condutores. No entanto, estudos mais recentes também mostraram que as SUVs têm maior risco de capotamento que os veículos de passeio. A tabela 4.9.1 mostra as melhores estimativas do risco de acidentes com capotamento e o risco de ser morto em um deles em diferentes tipos de veículos. Todos os resultados se aplicam ao risco de um tipo em particular de veículo, em comparação ao risco para os veículos de passeio. Os resultados baseiam-se nos seguintes estudos:

Viner, Council e Stewart, 1994 (EUA);
Bligh e Mak, 1999 (EUA);
Deutermann, 2002 (EUA);
Farmer e Lund, 2002 (EUA);
Khattak e Rocha, 2003 (EUA);
Viano e Parenteau, 2004 (Austrália);
Keall et al., 2006 (Austrália);
Keall e Newstead, 2007 (Austrália, Nova Zelândia) e Strashny, 2007 (EUA).

TABELA 4.9.1: RISCO DE CAPOTAMENTO DE SUVs E PICAPES EM RELAÇÃO AO RISCO DE VEÍCULOS DE PASSEIO.

Gravidade das lesões	Variação porcentual do número de capotamentos		
		Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Risco de capotamento por veículo registrado			
Todos os graus de lesão	SUVs, picapes, vans, automóveis com tração nas quatro rodas	+265	(+162; +408)
Risco de capotamento por envolvimento em acidente			
Todos os graus de lesão	SUVs, picapes, vans	+67	(+39; +100)
Todos os graus de lesão	SUVs	+62	(+21; +117)
Todos os graus de lesão	Picapes	+97	(+75; +121)
Todos os graus de lesão	Vans	+43	(+20; +71)
Todos os graus de lesão	Caminhões pesados	+262	(+254; +269)
Risco de morte em acidente com capotamento			
Mortos	SUVs, picapes	-5	(-17; +10)
Mortos	Vans	+6	(-29; +56)
Mortos	Caminhões pesados	+1	(-7; +11)

Os resultados mostram que, de acordo com os números oficiais registrados de acidentes com capotamento, SUVs, picapes e outros veículos leves com tração nas quatro rodas capotam com maior frequência que os veículos de passeio. Controlaram-se uma série de fatores, tanto presentes entre os SUVs quanto contribuintes para o risco de capotamento. Por exemplo: condutores jovens, excesso de velocidade e álcool e direção em áreas rurais (Farmer e Lund, 2002; Rudin-Brown, 2004). No estudo de Farmer e Lund (2002), SUVs e picapes têm probabilidade duas vezes maior de capotamento em acidentes que os veículos de passeio. Quando, no cálculo estatístico, controlam-se as diferenças entre os condutores de diferentes modelos de automóveis, tamanhos e ambiente rodoviário, o risco ainda é 1,8 vez maior para SUVs e picapes. Quando as estimativas controlam os tipos de veículo e outros fatores, não há relação entre o tamanho do veículo e o risco de capotamento. Quando uma SUV é atingido na lateral, o risco de capotamento, de acordo com (Farmer, Braver e Mitter, 1997), é cerca de 14 vezes mais alto que quando um veículo de passeio é atingido na lateral.

O risco de SUVs, picapes e vans em comparação aos veículos de passeio não mudou de 1991 a 2000 (com base em dados apresentados por Deuterman, 2002).

Quando se atenta para o risco de capotamento de um veículo envolvido em um acidente, verifica-se que SUVs e picapes capotam com maior frequência que os automóveis de passeio. Isso vale também para os caminhões pesados. As vans não apresentaram um

risco significativamente mais elevado que os veículos de passeio. O estudo realizado por Khattak e Rocha (2003) também encontrou que as SUVs, ao capotar, fazem mais voltas que veículos de passeio, o que sugere que acidentes de capotamento com SUVs são mais graves que aqueles com automóveis de passeio.

Em relação ao risco de ser morto em um acidente com capotamento em diferentes tipos de veículos, os resultados não são consistentes. Os estudos mostraram que o risco é maior:

- para os condutores de automóveis com tração nas quatro rodas que para os condutores de veículos de passeio com tração em duas rodas, de acordo com Keall et al. (2006);
- para os condutores de veículos com tração em duas rodas que para os condutores de veículos com tração nas quatro rodas, de acordo Kallan e Jermakian (2008);
- para os condutores de SUVs que para os condutores de veículos de passeio, de acordo Deutermann (2002);
- para os condutores de veículos de passeio que para os condutores dos SUVs e picapes, de acordo com Strashny (2007) e Khattak e Rocha (2003);
- para os condutores de SUVs que de picapes e maior em SUVs pequenos que em SUVs e picapes grandes (Donelson, Karunaramachandran e Kalinowski, 1999).

O maior risco de morte ou ferimentos graves em acidentes com capotamento em SUVs, em compara-

ção ao risco em veículos de passeio encontrado por Khattak e Rocha (2003) e Strashny (2007), segundo Khattak e Rocha, pode ser explicado pelo fato de a SUV proteger melhor seus ocupantes que os veículos de passeio e uma melhor proteção nos capotamentos que muitas vezes levariam a lesões mais graves do que em veículos de passeio. Estes dois estudos incluíram o controle de uma variedade de fatores, incluindo características do condutor e da via. Esses elementos não foram controlados no estudo de Deutermann (2002), que mostrou que o risco de acidentes de capotamento é maior em SUVs que em veículos de passeio.

Viner et al. (1994) não encontraram correlação entre o tipo de veículo e o risco de ferimentos graves. Os efeitos combinados da tabela 4.9.1 não apresentam diferenças significativas entre os diferentes tipos de veículos.

Passageiros e estabilidade contra capotamento:

Assentos situados acima do centro de gravidade do veículo aumentam o risco de acidentes com capotamento (Whitfield e Jones, 1995). Uma das principais razões pela qual os veículos de passeio têm risco de capotamento relativamente baixo é que o condutor e os passageiros sentam-se em um plano mais próximo do centro de gravidade do veículo do que as pessoas em SUVs e picapes. Para SUVs, o risco de capotamento é 40% maior com passageiros do que no veículo sem; para micro-ônibus com 15 lugares, o risco triplica com 15 passageiros em relação ao veículo sem passageiros (Subramanian, 2005). Strashny (2007) mostrou que a presença de passageiros (3 a 5 pessoas no veículo *vs.* 1 a 2 pessoas no veículo) aumenta o risco de capotamento em acidentes envolvendo um único veículo em 40% para os veículos de passeio, em 36% para picapes e em 29% para SUVs.

Veículos pesados: A estabilidade contra capotamento de caminhões articulados depende de uma série de fatores. Entre outros, caminhões articulados têm o centro de gravidade mais alto que veículos de passeio. O centro de gravidade pode, além disso, ser deslocado desfavoravelmente devido à má acomodação da carga ou quando ela se desloca durante a viagem. Essa mudança do centro de gravidade pode tornar os caminhões articulados instáveis e propensos a tombamento. Em um experimento inglês em escala real, mostrou-se que um semirreboque com a carga e o centro de gravidade a 2,5 m acima do solo pode tombar a uma velocidade de apenas 24 km/h em uma curva de 20 m de raio (Kemp, Chinn e Brock, 1978).

A facilidade de tombamento do caminhão articulado também depende da suspensão, dos amortecedores e da rigidez do chassi. Quando o chassi absorve muitos movimentos do veículo, uma carga colocada de maneira desfavorável pode fazer com que uma parte do veículo tombe enquanto todo o resto do veículo gire em torno do seu próprio eixo (Winkler e Ervin, 1999). A estabilidade do reboque afeta o risco de capotamento do caminhão articulado mais do que a estabilidade da própria unidade de tração. A razão é que o movimento do reboque torna-se mais forte do que do caminhão-trator, por exemplo, em manobras evasivas (Strandberg, 1978). Para os condutores de caminhões articulados, é difícil ou impossível conhecer os movimentos e a aceleração lateral do reboque ou semirreboque e saber quando o caminhão articulado se aproxima da aceleração lateral máxima, em que ele tomba (Sampson e Cebon, 2001; Winkler e Ervin, 1999). Por isso, é difícil adaptar-se à condição da carga que muda a cada viagem. Uma diferença entre caminhão com reboque e caminhão trator com semirreboque é que, se o reboque de um caminhão tombar, o caminhão não necessariamente tomba. Se o semirreboque tombar, no entanto, o caminhão-trator também tombará. Tratores com semirreboque estão altamente representados em acidentes com capotamento em curvas em comparação com outros tipos de caminhões articulados (Assum e Sorensen, 2010).

Um problema com caminhões e caminhões-tratores é o fato de a boleia muitas vezes ficar completamente esmagada em acidentes de capotamento, de modo que ela não é segura para o condutor (Brumelow, Teoh, Zuby e McCartt, 2009). Uma maior estabilidade do teto de veículos pesados, portanto, reduz o número de condutores mortos ou feridos gravemente em acidentes de capotamento (Brumelow et al., 2009).

Caminhões-tanque: Na maioria dos caminhões, a carga está protegida para que não se mova nem mude de lugar durante a viagem. Em alguns casos, no entanto, a carga se movimentada. Isso ocorre especificamente em caminhões-tanque. Da mesma forma, caminhões que transportam animais vivos ou abatidos (suspensos) possuem carga móvel. A carga líquida pode reduzir a estabilidade contra capotamento, especialmente quando o tanque não está completamente cheio e durante manobras mais bruscas. Nessas situações, o líquido pode atingir uma dinâmica própria e se agitar para a frente e para trás, o que reduz a estabilidade do veículo-tanque.

A estabilidade contra capotamento depende da altura do tanque, da forma, do nível de enchimento, da movimentação e das propriedades do líquido no tanque (Kang, Rakheja e Stiharu, 1999). Com o tanque cheio, há pouca diferença no limite de capotamento entre as diferentes formas do tanque (circular, elíptica, superelípticas; Strandberg, 1978). Os estudos mostram que a maior estabilidade contra capotamento se dá em tanque de forma elíptica com três compartimentos verticais e nível de preenchimento entre 50% e 70%.

Muitos caminhões-tanque são equipados com compartimentos alongados, situados no mesmo sentido de rodagem. Estes evitam que o líquido do tanque se agite lateralmente. É também possível dividir o reservatório em compartimentos separados. Os compartimentos podem ser esvaziados cada um a sua vez, podendo ficar completamente cheios ou completamente vazios, assim não há agitação do líquido (Winkler, 2000).

Idade dos veículos: Kallan e Jermakian (2008) apontaram que o risco de capotamento (proporção de acidentes individuais de capotamento) para SUVs diminuiu quase pela metade de 2001 (25,3%) a 2006 (11,5%). A diferença é estatisticamente significativa, mesmo quando uma variedade de outros fatores também é controlada nas estimativas. SUVs com tração nas quatro rodas não têm risco de capotamento significativamente menor que SUVs com tração em duas rodas. SUVs pequenas têm 33% maior risco de capotamento (IC 95% [3; 71]) e as SUVs médias têm risco 37% maior (IC 95% [6; 79]) em relação às SUVs grandes.

Resistência do teto: Em acidentes com capotamento, as pessoas no veículo podem ser feridas com o esmagamento do teto ou ser atiradas contra ele. Estudos baseados em testes de colisão encontraram resultados contraditórios no que diz respeito à relação entre a resistência do teto e o risco de lesão. O risco de morte ou ferimentos graves em caso de capotamento, de acordo Brumbelow et al. (2009) é menor quando o teto é mais resistente. O resultado é baseado na relação entre o percentual de mortos / feridos em acidentes de capotagem e uma medida da resistência estática do teto.

Aderência à pista das rodas dianteiras e traseiras: Condições especiais de condução podem fazer com que o veículo perca aderência, prejudicando as características de controle e estabilidade, especialmente em condições de piso escorregadio, que podem,

por sua vez, levar à derrapagem. É especialmente perigoso se a parte traseira deslizar mais que a dianteira, ou seja, o veículo ficar mais próximo de realizar uma rotação. Quanto à aderência ser melhor nas rodas dianteiras ou traseiras, depende das manobras de condução e se o veículo tem tração dianteira, traseira ou nas quatro rodas. Na maioria das situações, no entanto, é mais vantajoso ter melhores pneus traseiros que dianteiros: é o que demonstraram pesquisas de pista realizadas por montadoras e organizações de automobilismo (FDM, 2010).

Impacto na mobilidade

Veículos pesados com propriedades de suspensão deficientes podem gerar muitos solavancos na via (Magnusson e Arnberg, 1977). Há evidências de que a suspensão pneumática seja mais suave para a carroceria, pessoas e para a carga que os sistemas de suspensão mais tradicionais, como o feixe de molas (Comissão de pesquisa do transporte, Noruega, 1984). A suspensão pneumática também é muito mais suave que as de molas mecânicas, como por exemplo, as de lâmina. Em eixos com suspensão pneumática é possível permitir maior carga por eixo (Pahl, 2002).

Solavancos em irregularidades na pista podem reduzir a mobilidade, deixando as pistas em estado ainda pior e com necessidade de manutenção, o que pode afetar ainda mais o tráfego.

Veículos com pouca estabilidade devem ser conduzidos a menor velocidade que veículos normais, principalmente nas curvas, o que pode aumentar o tempo de viagem dos outros usuários da via.

Ainda é uma questão em aberto se melhores direção, suspensão e estabilidade levam a mudanças no comportamento dos condutores (maior velocidade), a ponto de completa ou parcialmente anular a melhoria na segurança gerada por estas medidas (Elvik, 1988). No entanto, sabe-se que os condutores podem compensar a folga no volante e a frouxidão na suspensão por meio de uma condução mais cuidadosa (Arnberg e Odsell, 1978).

Impacto no meio ambiente

Um possível impacto de uma melhor estabilidade sobre o meio ambiente é a redução de acidentes com caminhões-tanque, que levam a vazamentos que podem prejudicar as pessoas e o meio ambiente.

Pode haver vazamentos de gasolina, cloro e outros produtos químicos, com possibilidades de incêndio, explosão ou outra contaminação ambiental.

Amortecedores que convertem a energia cinética em energia elétrica foram desenvolvidos nos últimos anos (Kynan, Iovenitti e Toncich, 2000). Eles reduziram o consumo de combustível, o que seria positivo para o meio ambiente. O consumo de combustível pode ser reduzido em cerca de 2% em asfalto liso e em até 10% em pista esburacada (Zuo, Scully, Shestani e Zhou, 2010). Estes amortecedores não estão no mercado atualmente.

Custo

Não foram encontrados dados sobre os custos de melhorias relacionadas à direção, suspensão e estabilidade.

Avaliações de custo-benefício

Por análise de regressão, nos Estados Unidos estima-se que uma melhoria de 10% na estabilidade estática poderia reduzir em pelo menos 9 acidentes fatais com capotamento a cada 100.000 veículos registrados (Robertson, 1989). O custo de tal melhoria na estabilidade estática é, contudo, desconhecido. A relação de custo-benefício, portanto, não pode ser calculada. Para as outras medidas não existe nenhum dado que sirva de base para o cálculo do custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa das mudanças na regulamentação dos veículos pode ser tomada pela Agência de Administração de Vias Públicas da Noruega, indústrias automotivas ou como resultado da participação norueguesa na cooperativa técnica automobilística internacional.

Requisitos e procedimentos formais

Atualmente, há requisitos baseados em diretivas da UE para os eixos do veículo, suspensões, amortecedores e direção (Regulamentação de veículos, capítulos 12 e 21). Os requisitos formais de estabilidade,

além daqueles impostos por limitações da altura do veículo, comprimento, largura e peso, não foram definidos. Caminhões-tanque que transportam mercadorias perigosas e que são aprovados de acordo com o ECE 111 devem ter um limite estático de tombamento de pelo menos 0,42g (Taramoeroa e de Pont, 2009; United Nations Economic Commission for Europe, 2005).

Responsabilidade pela execução da medida

O fabricante ou importador de veículos é responsável por garantir que os requisitos para veículos novos e as homologações concedidas sejam cumpridos. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega realiza verificações aleatórias de veículos homologados (carros novos de fábrica antes de serem vendidos) para garantir que as regras estão sendo respeitadas. Direção, suspensão e amortecedores são controlados pelos atuais regimentos da UE.

4.10 CAPACETE PARA CICLISTAS

O capítulo foi revisado em 2012 por Rune Elvik (TØI)

Problema e finalidades

Andar de bicicleta é associado a um alto risco de lesão. Estima-se (Veisten et. al., 2007) que apenas em torno de 13% de todos os acidentes envolvendo bicicleta sejam registrados nas estatísticas oficiais sobre acidentes de trânsito na Noruega. O número real de acidentes envolvendo ciclistas é provavelmente de cerca de 5.000 por ano. As estatísticas oficiais de acidentes dos últimos anos mostram que cerca de 600 a 700 ciclistas são feridos por ano, com certa tendência à diminuição de ano para ano (de 736 em 2005 para 557 em 2010).

Os registros nos hospitais (Schrøder Hansen, Engesæter e Viste, 2003) mostram que pouco mais de 30% dos ciclistas feridos que recorrem a um hospital ou centro médico para tratamento têm lesões faciais e/ou na cabeça. Ferimentos graves na cabeça podem ter consequências significativas no tocante à incapacidade e à qualidade de vida. Por conseguinte, é importante evitar essas lesões ou torná-las menos graves.

O capacete pode reduzir a incidência e a gravidade das lesões na cabeça entre os ciclistas. Em vários

países, o uso do capacete é obrigatório, tanto entre as crianças quanto nos demais ciclistas. Na Noruega seu uso é facultativo. O uso do capacete entre os ciclistas é pesquisado anualmente pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Nygaard, 2010). Em 2010, 79% dos ciclistas com menos de 12 anos de idade usavam capacete, 22% dos jovens entre 12 e 17 anos e 53% dos ciclistas com mais de 17 anos. Em média, para todas as faixas etárias, 49% dos ciclistas usavam capacete em 2010. Tem havido uma tendência geral de aumento do uso de capacete após 1999. Houve um aumento considerável, especialmente depois de 2008.

O uso de capacete, bem como medidas para incentivar sua maior utilização, é destinado a proteger os ciclistas de ferimentos na cabeça e reduzir a gravidade dessas lesões.

Descrição da medida

Há uma grande variedade de capacetes. Usualmente estabelece-se uma distinção entre capacetes rígidos e macios: um capacete rígido tem um casco duro, enquanto que um capacete macio consiste de uma camada protetora mais porosa, sem casco duro. Para este grupo, também consta o chamado capacete “estilo banana”, com casco macio.

Podemos distinguir os efeitos do uso do capacete em dois tipos: ação individual do ciclista individual e o efeito total da porcentagem de ciclistas que passaram a utilizar o capacete como resultado, por exemplo, de campanhas ou pela obrigatoriedade do seu uso. Descreve-se primeiro o impacto individual e em seguida serão discutidos os impactos do fato de vários ciclistas terem começado a usar capacete.

Impacto sobre os acidentes

Impacto individual

Há uma série de pesquisas sobre os impactos dos capacetes para ciclistas. Os resultados aqui apresentados têm por base as seguintes pesquisas:

Dorsch, Woodward e Somers, 1987 (Austrália);
Wasserman, Waller, Monty, Emery e Robinson, 1988 (EUA);
Thompson, Rivara e Thompson, 1989 (EUA);
Thompson, Thompson, Rivara e Wolf, 1990 (EUA);
Wasserman e Buccini, 1990 (EUA);

Spaite, Murphy, Criss, Valenzuela e Meislin, 1991 (EUA);
McDermott, Lane, Brazenor e Debney, 1993 (Austrália);
Maimaris, Summer, Browning e Palmer, 1994 (Grã-Bretanha);
Thomas, Acton, Nixon, Batistutta, Pitt e Clark, 1994 (Austrália);
Scröder Hansen, Hansen, Walløe e Fjeldsgård, 1995 (Noruega);
Finvers, Strother e Mohtadi, 1996 (Canadá);
Thompson, Rivara e Thompson, 1996 (EUA);
Thompson, Nunn, Thompson e Rivara, 1996 (EUA);
Rivara, Thompson e Thompson, 1997 (EUA);
Jacobson, Blizzard e Dwyer, 1998 (Austrália);
Linn, Smith e Sheps, 1998 (Canadá);
Shafi, Gilbert, Loghmanee, Allen, Caty, Glick, Garden e Azizkhan, 1998 (EUA);
Hausotter, 2000 (Alemanha);
Schröder Hansen, Engesæter e Viste, 2003 (Noruega);
Heng, Lee, Zhu, Tham e Seow, 2006 (Singapura) e
Amoros, Chiron, Ndiaye, Laumon, 2009 (França).

A maioria das pesquisas é norte-americana, mas duas delas são norueguesas. Os resultados destes estudos foram agrupados segundo o tipo de lesão (traumatismo craniano, lesão facial, ferimentos na garganta/pescoço) e tipo de capacete. A tabela 4.10.1 mostra os impactos estimados do capacete em diferentes tipos de lesão. Salienta-se que o tipo de capacete não é especificado em todas as pesquisas. Portanto, os resultados apresentados para os tipos específicos de capacetes não estão incluídos nas mesmas pesquisas que os resultados que se aplicam a todos os tipos de capacetes. Os impactos indicados de determinado tipo de capacete podem, por esta razão, ser tanto maiores quanto menores que os impactos previstos para os tipos de capacetes como um todo.

Verificou-se ainda, que estudos recentes mostram efeitos menores que estudos mais antigos (Elvik, 2011). A tabela 4.10.1 fornece apenas os resultados das pesquisas mais recentes (após 2000) relativos a todos os tipos de capacetes. Entre os resultados que se aplicam a determinados tipos de capacetes, estão disponíveis pesquisas recentes e mais antigas.

Caso se analisem todos os tipos de capacete ao mesmo tempo, encontra-se uma redução de quase 30% com o uso do capacete em ambos os ferimentos na cabeça e as lesões faciais. As lesões na garganta/pescoço parecem crescentes. Para lesões na cabeça, rosto ou garganta/pescoço como um todo, o capacete, de acordo com pesquisas recentes, não parece re-

duzir as lesões. Os capacetes rígidos proporcionam uma maior redução nas lesões que capacetes macios. A maioria dos resultados, entretanto, é incerta.

A reavaliação de uma meta-análise anterior de estudos sobre capacetes (Attewell, Glase e McFadden, 2001) sugere que os resultados podem ser afetados por viés de publicação (Elvik, 2011). Isso significa que os resultados que mostram pequenos efeitos de capacetes são publicados com menor frequência que os resultados que mostram maior efeito. A reavaliação também constatou uma tendência dos estudos recentes de encontrar efeitos menores, diferentemente dos estudos mais antigos. Caso se considerem os estudos publicados a partir de 2000, tem-se que corrigir o viés de publicação e utilizar um modelo de análise de efeito aleatório, em que quais o impacto do capacete desaparece completamente. Isso levanta a questão em relação a quais pesquisas devem ser consideradas quando se quer apresentar conhecimentos mais recentes no que diz respeito ao impacto do uso do capacete. Na tabela 4.10.1, os resultados são de novos estudos, embora alguns deles difiram de acordo com o tipo de capacete. Os dados da tabela 4.10.1 para diferentes tipos de capacetes superestimam os efeitos prováveis do capacete para ciclistas.

Impactos de medidas para aumentar a utilização de capacetes

Os impactos das medidas para incentivar o aumento da utilização de capacetes, especialmente quando seu uso é obrigatório, são altamente controversos

(Robinson, 2007). As principais questões controversas dizem respeito aos seguintes pontos:

- Efeitos do uso obrigatório de capacetes entre ciclistas;
- Possibilidade de adaptação comportamental para o uso de capacete entre os ciclistas;
- Possibilidade de recrutamento seletivo de ciclistas para uso de capacetes;
- Tipos de acidentes em que o capacete atua melhor.

A fim de medir os impactos no número de lesões na cabeça entre os ciclistas de acordo com a modificação dos padrões de uso dos capacetes, é necessário um programa de estudos avançados para identificar esses impactos. Um possível efeito em cadeia é esquematizado na figura 4.10.1.

Vários estudos resumidos por Robinson (2006) sugerem que o uso obrigatório do capacete leva alguns ciclistas a parar de usar a bicicleta. As mudanças no padrão de utilização da bicicleta pela introdução de uso obrigatório de capacetes variam. Em média, os estudos de Wood e Milne (1988), Cameron et al. (1994), Scuffham e Langley (1994) e Robinson (1996) mostram uma diminuição de 27%. Salienta-se que todas essas pesquisas foram realizadas na Austrália e na Nova Zelândia, onde se tem um clima quente, de modo que se pode pensar que nesses lugares o uso do capacete seria mais desconfortável que em países com um clima mais frio.

A queda na utilização da bicicleta não é um efeito pretendido pela legislação e pela obrigatoriedade do

TABELA 4.10.1: IMPACTOS INDIVIDUAIS DO CAPACETE DE ACORDO COM O TIPO DE LESÃO E DE CAPACETE.

Tipo de lesão	Tipo de capacete	Variação porcentual do número de lesões	
		Melhor estimativa	Intervalo de confiança de 95%
Lesão na cabeça	Todas as pesquisas recentes	-44	(-64, -11)
	Rígido	-62	(-73, -47)
	Macio	-33	(-64, +22)
Lesão facial	Todas as pesquisas recentes	+17	(-22, +76)
	Rígido	-19	(-59, +59)
	Macio	-16	(-64, +99)
Lesão na garganta/pescoço	Todas as pesquisas recentes	+24	(-15, +82)
	Rígido	-25	(-60, +40)
	Macio	+38	(-25, +153)
Cabeça, face ou pescoço	Todas as pesquisas recentes	0	(-22, +27)
	Rígido	-49	(-61, -34)
	Macio	-17	(-43, +22)

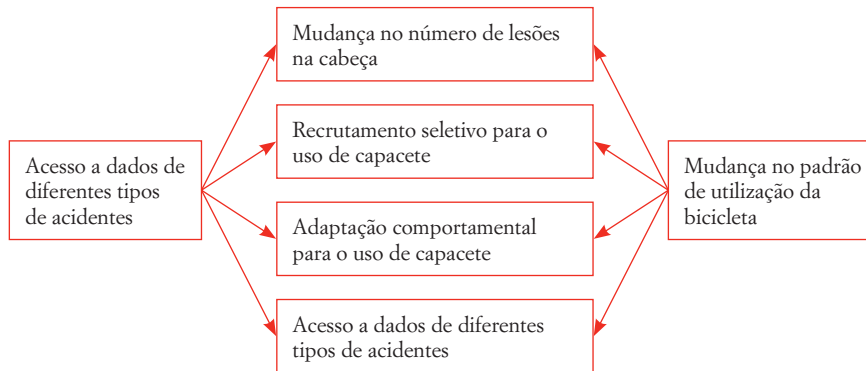


Figura 4.10.1: Possível efeito em cadeia das medidas para aumentar a utilização de capacetes.

uso de capacetes. Muitos considerariam esse efeito negativo e indesejável, tendo em vista que o transporte cicloviário ajuda a melhorar a saúde pública. Não se sabe se os ciclistas que pararam de utilizar a bicicleta devido à obrigatoriedade do capacete substituíram o ciclismo por outras atividades físicas.

Algumas pesquisas (Cameron et al., 1994, Robinson, 1996) sugerem que o risco dos ciclistas por quilômetro viajado aumenta quando da não-obrigatoriedade do capacete. Isso pode ser interpretado como uma adaptação comportamental, em que o uso da proteção acaba gerando certa negligência que, sem a medida, não existiria. Ainda há uma considerável incerteza em relação a este fato.

Sob circunstâncias similares, seria de se esperar que um maior uso do capacete ocasionasse um maior declínio no número de lesões na cabeça entre os ciclistas. Os presentes estudos não mostram esta relação. Os resultados apresentados na figura 4.10.2 são baseados nas seguintes pesquisas:

Wood e Milne, 1988 (Austrália);
 Vulcan, Cameron e Watson, 1992 (Austrália);
 Cameron, Vulcan, Finch e Newstead, 1994 (Austrália);
 Scuffham e Langley, 1994 (Nova Zelândia);
 Robinson, 1996 (Austrália);
 Povey, Frith e Graham, 1999 (Nova Zelândia) e
 Scuffham, Alsop, Cryer e Langley, 2000 (Nova Zelândia).

A figura mostra a comparação entre um grande aumento e um aumento insignificante na utilização do capacete, de modo a apenas demonstrar uma ligeira tendência de redução do número de lesões na cabeça.

Isso pode, entre outros motivos, ter relação com o fato de que os ciclistas têm um menor risco de acidente assim que começam a usar o capacete. Uma vez que estes ciclistas são raramente envolvidos em acidentes em comparação aos demais, o aumento do uso de capacetes neste grupo dá um impacto relativamente pequeno quanto ao número de ciclistas feridos.

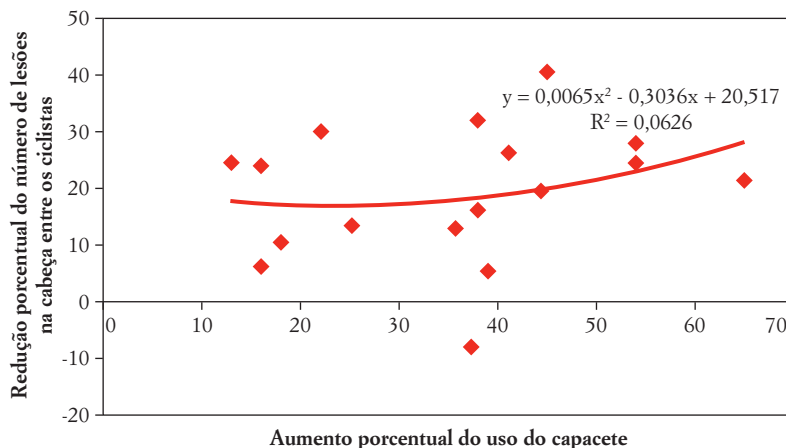


Figura 4.10.2: Relação entre o aumento percentual do uso do capacete e a redução percentual de lesões na cabeça entre os ciclistas.

Estatísticas norueguesas mais antigas fornecem algum suporte para esta suposição. A figura 4.10.3 baseia-se em informações a respeito do uso de capacete por ciclista em 1992 e 1996, comparada com informações sobre o uso de capacete por ciclistas envolvidos em acidentes com ferimentos no mesmo período.

A figura mostra a tendência de ciclistas com baixo risco relativo de envolvimento em acidentes com lesões, principalmente crianças, que usam capacete com maior frequência que ciclistas que têm um risco elevado de envolvimento em acidentes com vítimas.

A maioria das pesquisas em relação ao impacto individual do capacete foi realizada em hospitais ou prontos-socorros onde os ciclistas deram entrada. Os estudos sobre os impactos do uso obrigatório do capacete são, no entanto, elaborados sobretudo por intermédio de estatísticas oficiais de acidentes em que os registros ou boletins de ocorrência são muito incompletos. É razoável supor que o uso do capacete tem um menor efeito de proteção em acidentes que envolvam veículos motorizados que em outros acidentes envolvendo bicicleta (Robinson, 2007). O capacete não oferece nenhuma proteção em caso de colisão com um veículo motorizado em alta velocidade, mas oferece boa proteção em acidentes em que a velocidade de colisão é menor. Nos materiais a respeito de lesões fornecidos por hospitais, há relativamente mais acidentes em baixa velocidade que o que se tem registrado nas estatísticas oficiais.

Ao todo, os resultados de diferentes pesquisas são muito divergentes e há muitas fontes de erro para a quantificação do impacto da utilização do capacete em relação às lesões.

Impacto na mobilidade

Não há evidência de qualquer efeito na mobilidade com a utilização voluntária ou obrigatória do capacete. Como mencionado anteriormente, algumas pesquisas sugerem haver adaptação comportamental entre os ciclistas que usam capacetes. No entanto, não é claro se qualquer adaptação de comportamento pode ser expressa em termos de velocidade mais alta ou de outra forma.

Impacto no meio ambiente

Andar de bicicleta é um meio de transporte ambientalmente amigável. Se medidas para maior utilização do capacete resultarem na substituição da bicicleta por transportes menos amigáveis ao meio ambiente, isso isoladamente já pode ser considerado prejudicial. Não há documentação dos impactos reais.

Custos

Capacetes estão disponíveis em várias categorias de preço. Os preços regulares giram em torno de NOK 500 para o modelo infantil e em torno de NOK 1.000 para o modelo adulto.

Avaliações de custo-benefício

Custos e benefícios para o ciclista

Cálculos de risco com base em estatísticas oficiais de acidentes (Bjørnskau, 2008) mostraram que ciclistas com idade entre 6 e 12 anos apresentaram um risco

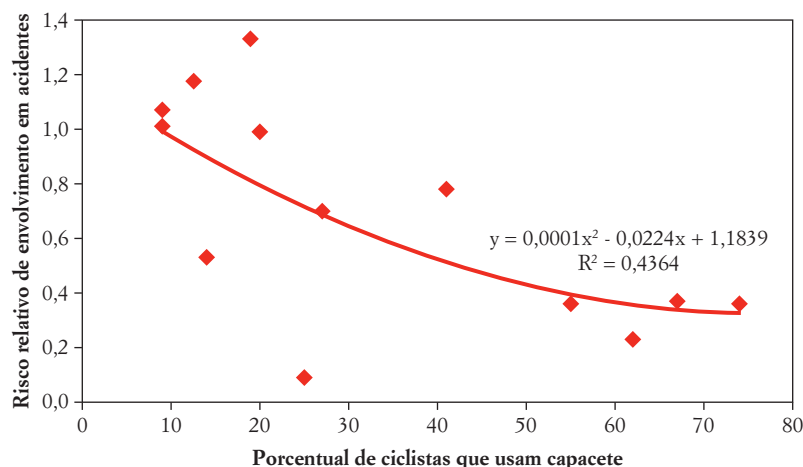


Figura 4.10.3: Recrutamento seletivo de ciclistas para o uso de capacete.

de lesão de 0,77 acidente por milhão de bicicletas-km entre 2005 e 2007. Ciclistas com 13 anos ou mais apresentaram um risco de lesão de 0,82 acidente por milhão de bicicletas-km. Estes números são baseados no total de 675 ciclistas feridos por ano no período de 2005 a 2007. Caso a subnotificação fosse corrigida, o número de ciclistas feridos seria estimado em cerca de 5.000 por ano (Veisten et al., 2007), dividido em 800 crianças e 4.200 adultos.

O uso do capacete no período de 2005 a 2007 foi em torno de 63% entre as crianças e de 31% entre os adultos (acima de 12 anos). O risco atual entre as crianças, portanto, reflete principalmente uma situação em que a maioria usa capacete, enquanto o risco atual entre os adultos reflete uma situação oposta, em que a maioria não o utiliza.

Supõe-se que em 33% dos acidentes com ciclistas haja lesão na cabeça, de modo que com o uso do capacete 44% dessas lesões seriam reduzidas. Isso corresponde a um risco total de lesão reduzido em aproximadamente 18%. Acredita-se que isso se aplique tanto entre as crianças quanto entre os adultos.

Assumiu-se, ainda, que o risco de ser envolvido em acidentes é independente do uso ou não do capacete. Esta hipótese pode ser questionada. Por um lado, há indícios de que aqueles que usam capacete se envolvem em acidentes com menor frequência que aqueles que não usam capacete. Por outro lado, há indícios de que o risco de ser envolvido em acidentes aumenta quando a pessoa começa a usar um capacete. Em qualquer um dos casos, as indicações são incertas. A hipótese mais simples é, portanto, de que o capacete somente afeta o risco de lesão uma vez ocorrido o acidente, mas não a probabilidade de ser envolvido em um acidente.

O risco médio anual e individual para cada criança com idade de 6 a 12 anos de ser ferida em um acidente envolvendo bicicleta entre 2005 e 2007 foi de 0,0019 (800/420.000). Acredita-se que o risco entre aqueles que não usam capacete seja ligeiramente mais elevado que a média (já que a média de risco chega a 63% usando capacete), 0,002 lesão por criança por ano. Com o uso do capacete reduz-se o número esperado de lesões em 18%, ou seja, para 0,00036 lesão por criança por ano. Pressupõe-se que um custo socioeconômico médio por criança ferida seja de NOK 350.000 (Veisten et al., 2007). O benefício socioeconômico de evitar uma lesão é, portanto, de aproximadamente NOK 125 por criança ao ano. Supondo-se que um capacete

infantil possa ser usado durante cinco anos, o valor presente do benefício, calculado com uma taxa de juros de 4,5% ao ano, é de aproximadamente NOK 550. Trata-se do mesmo custo assumido para a aquisição de capacete.

No entanto, esta é uma consideração média, com base no pressuposto de que todas as crianças com idade entre 6 e 12 anos usem a bicicleta no mesmo tanto. Este não é o caso. Entre as crianças que usam muito a bicicleta, a probabilidade de lesão é maior que a média e o benefício do capacete, portanto, também é mais elevado. Se a criança usa a bicicleta regularmente, provavelmente o benefício do capacete será maior que os custos.

O risco médio de ser ferido em um acidente envolvendo bicicleta entre os adultos é de 0,001 (4.200/4.000.000). Acredita-se que o risco seja ligeiramente maior entre os que não usam capacete: aproximadamente 0,0011. Usando-se o capacete, este risco pode ser reduzido em aproximadamente 18%, o equivalente a 0,00020 lesão evitada por adulto por ano. Supondo-se que o custo socioeconômico médio por lesão seja de NOK 470.000, o benefício por ano de um capacete é de cerca de NOK 90. Usando-se o capacete por 10 anos, o valor presente do benefício calculado com uma taxa de juros de 4,5% é de aproximadamente NOK 735 por ano. Isso é menos que o custo estimado da aquisição de um capacete.

Mais uma vez, deve-se ressaltar que esta é uma consideração média para todos os cidadãos com mais de 12 anos. Alguns deles usam muito mais a bicicleta, outros nem tanto. Para aqueles que a usam muito, o benefício de um capacete será maior que os custos.

Benefícios e custos da imposição do uso de capacetes

Já foram realizadas duas análises de custo-benefício do uso obrigatório de capacetes (Hendrie et al., 1999, Taylor e Scuffham, 2002). Em uma destas análises (Hendrie et al., 1999), não foi possível extrair qualquer conclusão definitiva. Dependendo dos pressupostos que foram estabelecidos, o benefício poderia ser tanto maior quanto menor que os custos. O segundo estudo (Taylor e Scuffham, 2002) concluiu que os benefícios foram maiores que os custos para crianças de 5 a 12 anos. Para todos os outros, o benefício foi menor que os custos. Para todas as faixas etárias juntas, o benefício foi menor do que os custos.

Os impactos de um eventual uso obrigatório de capacetes são tão incertos que não foi feita nenhuma análise de custo-benefício. Deve-se, contudo, considerar como relativamente pouco provável que os benefícios superem os custos, uma vez que o benefício individual não é necessariamente maior que os custos individuais (ver cálculos anteriores) e uma imposição implica alguns custos adicionais, em parte para se preparar a legislação, divulgar e fazer cumprir a legislação.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Atualmente o uso do capacete é opcional na Noruega.

Requisitos e procedimentos formais

Uma eventual liminar sobre o uso do capacete deve ser aprovada pelo Ministério dos Transportes. Quaisquer requisitos técnicos para capacetes e sua aprovação devem passar pelo Conselho Nacional de Produtos e Eletricidade ou pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Uma norma comum europeia para capacetes de bicicleta foi elaborada sob a direção do Comitê Europeu de Normalização (CEN) (Eimhjellen 1994). A Noruega participou da concepção desta norma.

Responsabilidade pela execução da medida

O indivíduo ciclista é responsável pelo uso do capacete e pelos custos para sua aquisição.

4.11 UTILIZAÇÃO DO CAPACETE PARA USUÁRIOS DE CICLOMOTORES E MOTOCICLETAS

O capítulo foi parcialmente revisado por Alena Høye (TØI) em 2011

Problema e finalidades

Condutores e passageiros de ciclomotores ou motocicletas têm alto risco de lesões no trânsito. Cálculos com base no registro oficial de acidentes (Bjørnskau, 1993) sugerem que usuários de ciclomotores e motocicletas têm cerca de 8 a 10 vezes maior risco

de lesão por milhão de passageiros-km que os usuários de automóveis. Muitas lesões não são, no entanto, notificadas à polícia. Baseando-se nos registros de lesões do Instituto Nacional de Saúde Pública (SIFF), os usuários de ciclomotores e de motocicleta têm de 12 a 15 vezes maior risco de lesão no trânsito que os usuários de automóvel. Em 1995, 546 usuários de ciclomotores e 592 motociclistas foram feridos ou mortos em acidentes registrados na polícia (Escritório Central de Estatística, 1996).

Para usuários de ciclomotores e motociclistas, em caso de acidente, seus veículos fornecem proteção mínima. Portanto, a probabilidade de o acidente causar lesões é alta. Caso o condutor seja atirado do ciclomotor ou motocicleta, o risco de lesões na cabeça é alto. Não está indicado nas estatísticas oficiais de acidentes quantos desses feridos sofreram traumatismo craniano. Pesquisas de medicina de trânsito (Lereim, 1984) sugerem que a maioria dos usuários de ciclomotores e motociclistas que se fere em acidentes de trânsito tem ferimentos na cabeça. Quando o uso de capacetes não é obrigatório, a experiência mostra que poucos usuários optam por utilizá-lo. Em 1976, quando o uso de capacete não era obrigatório na Noruega, cerca de 55% dos usuários de ciclomotores e motociclistas o utilizavam (Fosser, 1995). Experiências semelhantes foram feitas em alguns estados dos EUA.

O capacete para usuários de ciclomotores e motociclistas deve proteger contra lesões na cabeça e reduzir a gravidade dessas lesões em acidentes.

Seu uso obrigatório tem a intenção de reduzir os efeitos nocivos para este grupo de usuários da via, garantindo que todos os usuários de ciclomotores e motociclistas usem capacetes.

Descrição da medida

Na Noruega o uso do capacete é obrigatório ao utilizar-se um ciclomotor ou motocicleta. O capacete deve ser aprovado pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Os requisitos para aprovação de capacetes são detalhados no capítulo 42, referente ao uso de capacetes (Forlaget Last og Buss A/S 1995). A exigência da utilização de um capacete aprovado durante a utilização de um ciclomotor ou motocicleta foi introduzida na Noruega em 1º de abril de 1977. Em 1993, 98% dos usuários utilizavam capacete em áreas urbanas e 100%, nas zonas rurais (Fosser, 1995).

Impacto sobre os acidentes

Impacto no indivíduo

O impacto do capacete para os usuários no tocante à gravidade das lesões em acidentes é amplamente pesquisado. Os resultados apresentados aqui são baseados nas seguintes pesquisas:

Cairns e Holbourn, 1943 (Grã-Bretanha);
 Chandler e Thompson, 1957 (Grã-Bretanha);
 Jamieson e D'Arcy, 1973 (Austrália);
 Richardson, 1974 (EUA);
 Kraus, Riggins e Franti, 1975 (EUA);
 Hoffman, 1977 (Bélgica);
 Dare, Owens e Krane, 1978 (EUA);
 McSwain e Lummis, 1980 (EUA);
 National Highway Traffic Safety Administration, 1980 (EUA);
 Andrews, 1981 (EUA);
 Carr, Brandt e Swanson, 1981 (EUA);
 Hurt, Ouellet e Thom, 1981 (EUA);
 Luna, Copass, Oreskovich e Carrico, 1981 (EUA);
 Bachulis, Sangster, Gorrell e Long, 1988 (EUA);
 Evans e Frick, 1988 (EUA);
 May e Morabito, 1989 (EUA);
 Wilson, 1989 (EUA);
 Kelly, Sanson, Strange e Orsay, 1991 (EUA);
 Murdock e Waxman, 1991 (EUA);
 Romano e McLoughlin, 1991 (EUA);
 Offner, Rivara e Maier, 1992 (EUA);
 Shankar, Ramzy, Soderstrom, Dischinger e Clark, 1992 (EUA);
 Weiss, 1992 (EUA);
 Rutledge e Stutts, 1993 (EUA);
 Gabella, Reiner, Hoffman, Cook e Stallones, 1995 (EUA) e
 Kraus, Peek, Shen e Williams, 1995 (EUA).

A maioria destas pesquisas foi realizada em hospitais ou outras instituições de saúde, onde feridos deram entrada para tratamento. O ponto fraco dos estudos realizados por instituições de saúde é que motociclistas ilesos, ou seja, aqueles que evitaram completamente a lesão porque usavam um capacete, geralmente não estão incluídos nos dados. Além disso, muitas pesquisas controlam, ao mesmo tempo, outros fatores que afetam o grau de danos em acidentes, além do uso isolado do capacete. Por esta razão, os resultados são incertos. As melhores estimativas do impacto do uso de capacete na gravidade das lesões em acidentes são apresentadas na tabela 4.11.1.

O capacete reduz o número de lesões na cabeça em cerca de 45%. O impacto é maior para as lesões mais graves. Há também uma tendência de que aqueles que usam capacetes incorrem menos em outros tipos de lesões, mas isso não é estatisticamente significativo. Quando se analisam todas as lesões em conjunto, o capacete reduz o número de danos em aproximadamente 25%.

Impacto da legislação

Existem alguns estudos sobre o impacto no número de lesões em usuários de ciclomotores e motociclistas com a introdução ou revogação do uso obrigatório de capacetes. A maioria das pesquisas é dos EUA, onde a maioria dos estados tinha uso obrigatório de capacetes no período de 1967 a 1970. No período de 1976 a 1978, este decreto foi abolido em mais da metade dos 50 estados. Depois de 1990, muitos estados reintroduziram-no. Os resultados apresentados aqui são baseados nas seguintes pesquisas:

TABELA 4.11.1: IMPACTOS DO CAPACETE PARA USUÁRIOS DE CICLOMOTORES E MOTOCICLISTAS NA PROBABILIDADE DE LESÃO. IMPACTOS INDIVIDUAIS.

Gravidade da lesão no acidente	Variação porcentual do número de feridos		
	Tipos de lesões afetadas	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Lesão fatal (3%)	Lesão na cabeça	-44	(-55; -32)
Lesão grave	Lesão na cabeça	-49	(-58; -39)
Lesão leve (80%)	Lesão na cabeça	-33	(-41; -25)
Todas as lesões (100%)	Lesão na cabeça	-44	(-22; -41)
Todas as gravidades de lesões	Outras lesões na cabeça	-8	(-22; +8)
Todas as gravidades de lesões	Todos os tipos de lesões	-25	(-30; -20)

Koehler, 1978 (EUA);
 Dare, Owens e Krane, 1979 (EUA);
 Asogwa, 1980 (Nigéria);
 Watson, Zador e Wilks, 1980 (EUA);
 McSwain e Lummis, 1981 (EUA);
 McSwain e Petrucelli, 1984 (EUA);
 Chenier e Evans, 1987 (EUA) e
 Kraus, Peek, McArthur e Williams, 1994 (EUA).

Pouquíssimos destes estudos esclarecem sobre o uso do capacete na condução de ciclomotores e motocicletas antes e depois da introdução ou revogação do uso obrigatório do capacete. Portanto, não é possível encontrar uma correlação entre as mudanças atingidas pelo uso obrigatório do capacete no número de lesões. Com base nas pesquisas sobre a melhor estimativa do impacto da introdução ou revogação do uso obrigatório de capacetes para usuários de ciclomotores e motociclistas, são apresentados os dados na tabela 4.11.2.

A introdução do uso obrigatório do capacete reduz o número de usuários de ciclomotores e motociclistas feridos em cerca de 20 a 30%. A revogação do decreto levou a um aumento de aproximadamente 30% no número de vítimas fatais e a um aumento um pouco menor, entre 5 e 10%, no número de feridos.

Na Noruega, o uso obrigatório de capacetes foi introduzido no período de 1977 a 1979 (o decreto, em 1977; as taxas, em 1979). Para se ter uma ideia dos efeitos do decreto, as informações sobre o uso do capacete, o número de ciclomotores, motocicletas e automóveis registrados e de lesões nos anos de 1976 (antes da imposição) e 1980 (depois da imposição) estão compiladas na tabela 4.11.3.

A média do uso do capacete por parte dos usuários de ciclomotores e motocicletas aumentou de 58% em 1976 para 93% em 1980. O número de lesões deste grupo de usuários viários aumentou de 1.286 para 1.506. Este aumento não pode ser explicado pelo aumento do uso de ciclomotores e motocicletas. Houve um aumento no número de usuários de ciclomotores e motocicletas feridos por milhão de passageiros-km. No mesmo período, o número de feridos apresentou uma diminuição tanto no número absoluto quanto no calculado por milhão de passageiros-km.

Estes números contradizem os resultados de estudos estrangeiros. Não se pode, no entanto, concluir que o aumento do uso de capacetes não tenha reduzido o número de feridos na Noruega. Os índices acima podem ter outras explicações, como, por exemplo, a mudança na faixa etária dos condutores, o nível

TABELA 4.11.2: IMPACTOS DA INTRODUÇÃO OU REVOGAÇÃO DO USO DE CAPACETES NO NÚMERO DE MOTOCICLISTAS FERIDOS.

Gravidade da lesão no acidente	Variação porcentual do número de feridos		
	Tipos de lesões afetadas	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Introdução da legislação de uso do capacete			
Lesão fatal	Todas as lesões	-26	(-33; -19)
Todas as lesões	Todas as lesões	-27	(-28; -25)
Revogação da legislação do uso de capacete			
Lesão fatal	Todas as lesões	+30	(+25; +35)
Todas as lesões	Todas as lesões	+8	(+6; +10)

TABELA 4.11.3: COMPARAÇÕES ANTES-DEPOIS DA INTRODUÇÃO DO CAPACETE PARA USUÁRIOS DE CICLOMOTORES E MOTOCICLISTAS NA NORUEGA.

Fator	1976	1980
Uso do capacete em porcentagem	58	93
Usuários de ciclomotores e motociclistas feridos	1.286	1.506
Milhão de passageiros-km em ciclomotor/motocicleta	538	501
Feridos por milhão de passageiros-km em ciclomotor/motocicleta	2,4	3,0
Outros usuários feridos	9.579	9.104
Milhão de passageiros-km em automóvel	32.597	35.318
Feridos por milhão de passageiros-km em automóvel	0,29	0,26

de registro das lesões e mudanças comportamentais entre os condutores e no ambiente de tráfego.

Impacto na mobilidade

Não há evidências de qualquer efeito da utilização, voluntária ou obrigatória, do capacete sobre a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não há evidência de qualquer efeito sobre o meio ambiente do uso, voluntário ou obrigatório, do capacete.

Custos

Um capacete para usuários de ciclomotores e motocicletas custava, em 2011, entre NOK 2.000 e 6.000.

Avaliação de custo-benefício

A seguinte análise de custo-benefício para o uso do capacete em motocicletas foi calculada em 1997. Um usuário de ciclomotor ou motociclista com uma quilometragem anual igual à média do grupo (cerca de 3.000 km por ano para usuários de ciclomotores e de 6.000 a 7.000 km por ano para motociclistas) tem uma expectativa anual de danos de aproximadamente 0,01. Isso representa uma situação de uso de capacete quase igual a 100%. Se o capacete não tivesse sido utilizado, poder-se-ia presumir que o índice de lesões teria sido $1/0,75 =$ cerca de 33% maior e equivalente a 25% de redução de lesões. Estima-se, portanto, que o capacete contribuiu impedindo em média 0,003 lesão notificada à polícia. Com um custo médio por lesão de aproximadamente NOK 1,43 milhão, isso representa uma economia de cerca de NOK 4.300 por usuário de ciclomotor ou motociclista ao ano.

O custo de aquisição de um capacete é de aproximadamente NOK 1.000. Calculado como anuidade ao longo de um período de 5 anos, o custo resulta em aproximadamente NOK 250 por ano. Isso é consideravelmente menor que o valor economizado com as lesões evitadas. Os números sugerem que o uso do capacete para usuários de ciclomotores e motociclistas tem uma relação custo-benefício de cerca de 17 (± 6). Este resultado foi confirmado por análises

de custo-benefício norte-americanas (Muller, 1980; Hartunian, Smart, Willemain e Zador, 1983).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O uso do capacete durante o deslocamento por ciclomotor ou motocicleta é obrigatório tanto para o condutor quanto para o passageiro. A iniciativa de alterar as determinações pode ser tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega ou pelo Ministério dos Transportes.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos para aprovação de capacetes são especificados no regulamento de 4 de outubro de 1994, número 918, a respeito dos requisitos técnicos e aprovação de veículos, peças e equipamentos (regulamentação de veículos), capítulo 42. Os requisitos noruegueses para a aprovação de capacetes são baseados em tratados internacionais. O capacete aprovado deve ser marcado eletronicamente, de acordo com a regulamentação 22.

Responsabilidade pela execução da medida

O próprio usuário de ciclomotor ou motociclista é responsável pela aquisição e uso do capacete aprovado. A polícia e a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega estão habilitadas a controlar a observância do decreto. A multa pela não utilização do capacete é de NOK 1.500 (2011).

4.12 CINTOS DE SEGURANÇA EM VEÍCULOS LEVES

O capítulo foi escrito em 1997 e parcialmente revisado em 2011 (TØI)

Problema e finalidades

No período de 2005 a 2009, aproximadamente 6.400 ocupantes de veículos de passeio foram mortos ou feridos em acidentes com vítimas registrados na polícia anualmente. Destes, 46% foram mortos ou feridos devido ao impacto no interior do próprio veículo; 0,9% foram jogados para fora do veí-

culo; 0,1% foram queimados em incêndio e 0,1% se afogaram. Os demais se feriram por outras razões desconhecidas. Choques contra o interior do veículo são, portanto, de longe a forma mais comum de lesão nos acidentes de automóvel.

Os cintos de segurança protegem os ocupantes do veículo contra colisão com o interior do mesmo e os mantêm em seus assentos em caso de acidente. Sem o cinto de segurança, os ocupantes, em caso de acidente, continuam a se mover na mesma velocidade em que o veículo estava antes do acidente e, com isso, colidirão contra as partes do interior do veículo ou serão lançados para fora do veículo (ser lançado para fora do veículo aumenta muito a probabilidade de ferimentos graves) (Partyka 1979, Grime 1987, Harms 1992).

Tem sido difícil alcançar um elevado uso contínuo dos cintos de segurança sem que haja leis para isso. A imposição do uso obrigatório do cinto de segurança levou a um aumento significativo no uso deste equipamento (Bérard-Andersen, 1978). Na Noruega, a inserção do decreto de obrigatoriedade do uso de cintos de segurança nos bancos da frente em veículos leves deu-se em 1975; a taxa de uso aumentou de 17% para 33% nas áreas urbanas e de 47% para 62% nas zonas rurais. Até 1979, as violações da referida liminar não eram punidas, e a introdução de multas por não usar o cinto de segurança nesse ano levou a um aumento na taxa de utilização de 35% para aproximadamente 75% nas zonas urbanas e de 65% a próximo de 90% nas áreas rurais.

Em caso de acidente, um ocupante usando o cinto de segurança permanecerá em seu assento e sua velocidade diminuirá junto com a do veículo, de modo que a exposição do corpo ao impacto mecânico diminui bastante. Isso diminui a probabilidade de lesão e diminui sua gravidade. O uso adequado do cinto de segurança tem a finalidade de reduzir a probabilidade de acidentes com vítimas e fazer com que as lesões inevitáveis sejam menos graves.

A obrigatoriedade imposta pelo decreto tem como finalidade assegurar um elevado uso dos cintos de segurança, de modo que o número de pessoas feridas em veículos diminua.

Descrição da medida

Desde 1971 é obrigatória a instalação de cintos de segurança nos bancos da frente dos automóveis e vans

na Noruega, e desde 1985 é obrigatória a instalação dos referidos cintos nos bancos traseiros dos automóveis, sendo uma obrigatoriedade o uso deste equipamento de segurança sempre que estiverem instalados, independentemente do assento utilizado e da idade da pessoa. Esta disposição foi introduzida em 1988.

Automóveis e vans novos deverão ser equipados com cintos de segurança de três pontos, do tipo homologado, em todos os assentos. O uso de cintos de dois pontos (cinto de segurança abdominal) é permitido apenas nos assentos do meio do banco de trás e em assentos onde é impossível instalar cintos de três pontos. O equipamento deverá ser automático e retrátil, ou seja, um cinto que se ajuste automaticamente ao usuário e, assim, fique sempre devidamente ajustado (Fosser, Vaa e Torp, 1992).

Em 2008, a taxa de condutores que usavam cinto de segurança, de acordo com pesquisas situacionais da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, foi de aproximadamente 90% nas áreas urbanas e em torno de 95% nas áreas rurais. Em fiscalizações em 2011, 1.271 pessoas foram multadas por não estarem usando o cinto de segurança. De aproximadamente 63.000 abordagens, concluiu-se que a taxa de uso do cinto foi de cerca de 98%.

No caso da não-utilização dos cintos de segurança, a polícia ou a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega impõem uma multa de NOK 1.500. O condutor assume a responsabilidade criminal pela segurança das pessoas menores de 15 anos de idade.

Impacto sobre os acidentes

A utilização dos cintos de segurança em si não afeta o número de acidentes, apenas a probabilidade de ser ferido em caso de acidente. O impacto dos cintos de segurança é, portanto, medido levando-se em conta como a gravidade do acidente é distribuída entre os ocupantes dos veículos envolvidos. É feita uma distinção de quatro graus de lesões pessoais: morto, ferido grave, ferido leve e ileso. Se o uso do cinto de segurança, por exemplo, reduz a probabilidade de ser morto, haverá, em caso de acidente e sob as mesmas condições, *relativamente menos* mortes entre aqueles que usam os cintos do que entre aqueles que não os utilizam.

O uso dos cintos de segurança não é o único fator que influencia a gravidade dos acidentes. A veloci-

dade, o peso do veículo, o tipo de automóvel, o tipo de acidente e o número de ocupantes no veículo são exemplos de outros fatores que afetam a probabilidade de ferimentos e suas respectivas gravidades. No resumo dos resultados das pesquisas em relação aos impactos do uso do cinto, atribuiu-se maior peso para estudos em que houve controle desses outros fatores que afetam o grau de dano nos acidentes.

Impacto do cinto de segurança na gravidade do acidente: o impacto do cinto de segurança na gravidade do acidente foi pesquisado por muitos, e os resultados aqui apresentados são baseados nas seguintes pesquisas:

Bohlin, 1967 (Suécia);
 Bäckström, Andersson, Forsman e Nilsson, 1974 (Suécia);
 Kahane, 1974 (EUA);
 Reinfurt, Silva, Seila, 1976 (EUA);
 Dalgaard, 1977 (Dinamarca);
 Danmarks Statistik, 1977 (Dinamarca);
 Harteman et al., 1977 (França);
 Huelke, Lawson, Scott e Marsh, 1977 (EUA);
 Sabey, Grant, Hobbs, 1977 (Grã-Bretanha);
 Toomath, 1977 (Nova Zelândia);
 Hobbs, 1978 (Grã-Bretanha);
 Perchonok, Ranney, Baum, Morris e Eppich, 1978 (EUA);
 Partyka, 1979 (EUA);

Cameron, 1980 (Austrália);
 Norin, Nilsson-Ehle, Saretok e Tingvall, 1980 (Suécia);
 Thomas, Faverjon, Tarriere, Got e Patel, 1980 (França);
 Hobbs, 1981 (Grã-Bretanha);
 Hobbs e Mills, 1984 (Grã-Bretanha);
 Evans, 1986 (EUA);
 Evans, 1988 (EUA);
 Partyka, 1988 (EUA);
 Tunbridge, Everest, Wild e Johnstone, 1988 (Grã-Bretanha);
 Maghsoodloo, Brown e Shieh, 1989 (EUA);
 Krafft, Nygren, Tingvall, 1990 (Suécia);
 Conn, Chorba, Peterson, Rhodes e Annett, 1993 (EUA);
 Dean, Reading e Nechodom, 1995 (EUA);
 Elvik, 1995 (Noruega);
 Huelke e Compton, 1995 (EUA) e
 Evans, 1996 (EUA).

Com base nestes estudos, a melhor estimativa do impacto do uso do cinto de segurança em acidentes é fornecida na tabela 4.12.1.

O uso do cinto de segurança reduz a probabilidade de ser morto em 40-50% para o condutor e para os passageiros do banco da frente, e em torno de 25% para os passageiros do banco traseiro. O impacto sobre as lesões graves é maior, enquanto que o efeito sobre as lesões leves é um pouco menor, apro-

TABELA 4.12.1: IMPACTO DO CINTO DE SEGURANÇA NA PROBABILIDADE DE ACIDENTES COM VÍTIMAS. IMPACTOS INDIVIDUAIS.

Gravidade do acidente	Porcentual de alteração no número de lesão		
	Características do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Motoristas de veículos leves (veículos de passeio e vans)			
Mortos	Todos os tipos de acidente	-50	(-55; -45)
Feridos graves	Todos os tipos de acidente	-45	(-50; -40)
Feridos leves	Todos os tipos de acidente	-25	(-30; -20)
Todos tipos de lesões	Todos os tipos de acidente	-28	(-33; -23)
Passageiros do banco da frente em veículos leves (veículos de passeio e vans)			
Mortos	Todos os tipos de acidente	-45	(-55; -35)
Feridos graves	Todos os tipos de acidente	-45	(-60; -30)
Feridos leves	Todos os tipos de acidente	-20	(-25; -15)
Todas as lesões	Todos os tipos de acidente	-23	(-29; -17)
Passageiros do banco de trás em veículos leves (veículos de passeio e vans)			
Mortos	Todos os tipos de acidente	-25	(-35; -15)
Feridos graves	Todos os tipos de acidente	-25	(-40; -10)
Feridos leves	Todos os tipos de acidente	-20	(-35; -5)
Todas as lesões	Todos os tipos de acidente	-21	(-36; -6)

ximadamente entre 20-30%; estes valores são uma média para todos os tipos de acidentes. Pesquisas mais detalhadas sugerem que os cintos de segurança são mais eficazes em colisões frontais e em acidentes de saída de pista, em que a probabilidade de ser lançado para fora do veículo sem o uso do cinto de segurança é muito grande (Evans, 1990).

Possíveis impactos negativos do cinto de segurança: o cinto de segurança mantém o corpo no banco, mas não pode impedir que a cabeça seja jogada para frente ou para trás em caso de acidente. Alega-se que os cintos de segurança aumentam a probabilidade de lesões no pescoço em acidentes de colisões traseiras, porque eles ajudam a reforçar o movimento da cabeça em relação ao resto do corpo. Algumas pesquisas em relação às lesões a que os usuários e não usuários dos cintos de segurança são expostos em caso de acidente mostram que uma taxa maior daqueles que utilizam o cinto sofreram lesões no pescoço em relação aos não usuários (Huelke, Lawson, Scott e Marsh, 1977; Sabey, Grant e Hobbs, 1977; Cameron, 1980; Nygren, 1984; Krafft, Nygren e Tingvall, 1990). Na maioria destas pesquisas, entretanto, as vítimas ílesas não foram incluídas. Um aumento na taxa de feridos com determinado tipo de lesão não significa necessariamente que o cinto de segurança aumenta sua incidência. Caso o cinto de segurança reduza a incidência de alguns tipos de lesão mais que a de outros, as lesões menos reduzidas representarão um maior *porcentual* dentre todos os tipos de *lesão* entre os usuários de cintos de segurança que entre os não usuários (Christensen e Borger, 1992). Isso pode ser demonstrado com um exemplo numérico (tabela 4.12.2).

O exemplo mostra que a taxa de feridos com lesão no pescoço foi próxima de 42% entre os usuários do cinto de segurança, em comparação com 33% entre os não usuários, embora o número de ocupantes com esta lesão tenha diminuído 10%. O aumento do porcentual de lesões no pescoço entre os usuá-

rios do cinto de segurança é, em muitos estudos, tão grande que dificilmente poderia ser explicado por uma possível seleção limitada de feridos. Em todo caso, está claro que o cinto de segurança não reduz as lesões no pescoço tanto quanto reduz outros tipos de lesões e estas lesões ainda podem piorar em se tratando de colisão traseira.

O contato entre o corpo e o cinto de segurança também pode levar a lesões menores, como hematomas, ou, na pior das hipóteses, fratura da costela. Mas, em caso de acidentes tão graves a ponto de o uso do cinto levar a essas lesões, é muito provável que os problemas no geral teriam sido mais graves sem o uso do cinto de segurança.

Impactos do cinto de segurança automático: uma pesquisa americana (Nash, 1989) mostra que os cintos de segurança automáticos no Toyota Cressida nos EUA reduziram o número de mortes nestes veículos em 40% ($\pm 8\%$). Os cintos de segurança automáticos são fixados na porta e envolvem o condutor quando a porta fecha. O efeito é praticamente o mesmo que o encontrado para cintos de segurança manuais. Não há nenhuma pesquisa norueguesa sobre o impacto dos cintos de segurança automáticos.

Impactos da obrigatoriedade do uso de cintos de segurança: o uso obrigatório dos cintos de segurança em veículos leves foi pesquisado em vários locais. Os resultados aqui apresentados têm por base as seguintes investigações:

Foldvary e Lane, 1974 (Vitória, Austrália);
 Vaughan, Wood e Croft, 1974 (Nova Gales do Sul, Austrália);
 Crinion, Foldvary e Lane, 1975 (Austrália Meridional, Austrália);
 Andreasson e Roos, 1977 (Suécia);
 Hvidberg Jørgensen, 1977 (Dinamarca);
 Jørgensen e Lund, 1977 (Dinamarca);
 Møller, 1977 (Dinamarca);

TABELA 4.12.2: IMPACTOS – POSSÍVEIS EFEITOS DO CINTO DE SEGURANÇA EM FERIMENTOS NO PESCOÇO E OUTROS TIPOS DE LESÕES.

Tipos de lesão	Pessoas sem cinto de segurança			Pessoas com cinto de segurança			Alteração no número de feridos
	Número de lesões	Taxa (%) de feridos	Taxa (%) de todos	Número de lesões	Taxa (%) de feridos	Taxa (%) de todos	
Pescoço	250	33,3	3,6	225	41,7	3,2	-10%
Outros	500	66,7	7,1	315	58,3	4,6	-37%
Todas as lesões	750	100,0	10,7	540	100,0	7,8	-28%
Ilesos	6250		89,3	6460		92,2	
Todos os envolvidos	7000		100,0	7000		100,0	

Nielsen, Eriksen, Nordentoft e Weeth, 1977 (Dinamarca);
 Toomath, 1977 (Nova Zelândia);
 Conybeare, 1980 (Austrália);
 Hakkert, Zaidel e Sarelle, 1981 (Israel);
 Jonah e Lawson, 1984 (Quebéc, Ontário, Saskatchewan, Colúmbia Britânica, Canadá);
 Mackay, 1985 (Grã-Bretanha);
 UK Department of Transport, 1985 (Grã-Bretanha);
 Harvey e Dublin, 1986 (Grã-Bretanha);
 Campbell e Campbell, 1988 (alguns estados dos EUA);
 Salmi, Thomas, Fabry e Girard, 1989 (França);
 Tunbridge, 1989 (Grã-Bretanha);
 Reinfurt, Campbell, Stewart e Stutts, 1990 (Carolina do Norte, EUA);
 States et al., 1990 (New York, EUA);
 Asch, Levy, Shea e Bodenhorn, 1991 (Nova Jersey, EUA);
 Evans e Graham, 1991 (alguns estados dos EUA);
 Rock, 1993 (Illinois, EUA);
 Elvik, 1995 (Noruega) e
 Koushki, Ali e Al-Saleh, 1996 (Kuweit).

Os resultados destas pesquisas variam. Há uma tendência maior para a diminuição percentual do número de pessoas mortas ou feridas em automóveis quando do aumento relativo na utilização dos cintos de segurança com a introdução de uma lei

que quando o aumento é pequeno. Há uma menor diminuição percentual no número de feridos que no número de mortos em automóveis. Quando os resultados são ponderados e agrupados, a melhor estimativa do impacto da obrigatoriedade do uso do cinto de segurança é a seguinte (tabela 4.12.3):

O uso obrigatório do cinto de segurança levou, em média, a uma diminuição de aproximadamente 10-15% do número de mortos e feridos graves em veículos leves. O número total de pessoas feridas em veículos leves foi reduzido em pouco menos de 10%. Quanto mais aumenta o uso dos cintos de segurança, maior é a diminuição comprovada no número de feridos em veículos leves. A maior redução obtida é por volta de 15-20%.

Há exemplos de que, mesmo um aumento relativamente grande na taxa de utilização dos cintos de segurança, como, por exemplo, mais de 30%, só levaram a uma pequena diminuição (inferior a 10%) no número de feridos em veículos leves. Isso pode ser devido ao fato de serem os condutores mais preocupados com a segurança aqueles que começam a usar primeiro os cintos de segurança, por serem os mais propensos a cumprir tal determinação. Pesquisas dinamarquesas (Jørgensen e Lund, 1977), norueguesas (Nordisk trafikksikkerhetsråd, 1984) e americanas (Evans, 1987) sugerem que os

TABELA 4.12.3: IMPACTOS DO USO OBRIGATÓRIO DO CINTO DE SEGURANÇA NO NÚMERO DE PESSOAS FERIDAS. PORCENTUAL DE ALTERAÇÃO NO NÚMERO DE PESSOAS FERIDAS.

Gravidade da lesão	Porcentual de alteração no número de pessoas feridas		
	Grupo de usuário	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Obrigatoriedade que levou a um aumento de no mínimo 25% no uso dos cintos de segurança			
Mortos	Ocupantes de veículo leve	-7	(-9; -5)
Todas as lesões	Ocupantes de veículo leve	+0,7	(+0,4; +1)
Obrigatoriedade que levou a um aumento entre 25% e 49% no uso dos cintos de segurança			
Mortos	Ocupantes de veículo leve	-8	(-9; -7)
Todas as lesões	Ocupantes de veículo leve	-14	(-15; -13)
Obrigatoriedade que levou a um aumento maior do que 50% no uso do cinto de segurança			
Mortos	Ocupantes de veículo leve	-21	(-22; -20)
Todas as lesões	Ocupantes de veículo leve	-16	(-16; -15)
Impacto médio de todo o uso obrigatório do cinto de segurança			
Mortos	Ocupantes de veículo leve	-11	(-12; -10)
Feridos graves	Ocupantes de veículo leve	-18	(-19; -18)
Feridos leves	Ocupantes de veículo leve	-8	(-8; -7)
Todos os tipos de lesões	Ocupantes de veículo leve	-12	(-15; -10)
Impacto do uso obrigatório do cinto de segurança para usuários não incluídos no decreto			
Mortos	Não ocupantes de veículo leve	+7	(+5; +8)
Todas as lesões	Não ocupantes de veículo leve	+7	(+6; +8)

condutores que usam o cinto de segurança têm um risco mais baixo de acidentes por quilômetro percorrido que os condutores que não usam o cinto de segurança.

Tem sido argumentado (Adams 1985, 1994) que o uso obrigatório dos cintos de segurança incentiva os condutores a dirigirem com menos cuidado, pois se sentem protegidos pelo uso do cinto. Supõe-se que uma condução menos cuidadosa leve a mais acidentes entre usuários não abrangidos pela obrigatoriedade do uso do cinto de segurança, principalmente pedestres e ciclistas. Com a introdução do uso obrigatório do cinto de segurança, o número de pedestres, ciclistas e motociclistas feridos aparentemente aumentou um pouco (ver índices apresentados anteriormente). Uma possível explicação para isso é o aumento do tráfego. A suposição de que o uso dos cintos de segurança faz com que a condução seja menos cuidadosa recebe pouco apoio na presente pesquisa. Um estudo detalhado do comportamento do condutor antes e depois da introdução dos regulamentos dos cintos de segurança em Newfoundland, no Canadá, e na Grã-Bretanha (O'Neill, Lund, Zador e Ashton, 1985) não encontrou sinais de comportamento de condução menos cuidadosa. Um estudo dos Países Baixos (Janssen, 1994) encontrou, no entanto, uma pequena tendência para o aumento de velocidade entre os condutores que normalmente não utilizavam os cintos de segurança e participaram de um experimento em que foram obrigados a usar o equipamento em questão.

Impacto na mobilidade

O uso dos cintos de segurança e sua obrigatoriedade não têm nenhum impacto documentado na mobilidade.

Impacto no meio ambiente

O uso dos cintos de segurança e sua obrigatoriedade não têm nenhum impacto documentado em relação ao meio ambiente.

Custos

Os cintos de segurança hoje em dia são itens de série em veículos de passeio e vans; por isso, os custos exatos são difíceis de encontrar.

Avaliações de custo-benefício

Uma série de análises de custo-benefício foi realizada (Hakkert, 1969; Bolstad, 1972; US Department of Transportation, 1976; National Transportation Safety Board, 1979; Transport Canada, 1986). Todas as análises mostram que os benefícios dos cintos de segurança claramente superam seus custos. A razão custo-benefício é estimada entre 3 e 8. Os custos para a aplicação de seu uso obrigatório não foram incluídos.

Para lançar luz sobre o valor de custo-benefício do uso dos cintos de segurança na Noruega de hoje, elaborou-se, em 1997, o seguinte exemplo de cálculo: assume-se que um veículo de passeio percorra 200.000 km durante a sua vida útil (15 anos); o risco de lesão pode (Bjørnskau, 1993) ser estimado em cerca de 0,32 lesão por milhão de quilômetros rodados para os condutores e cerca de 0,27 lesão por milhão de quilômetros para os passageiros. Os números são baseados em registros de lesões do Instituto Nacional de Saúde Pública e nos índices de Rideng (1993). Estes valores aplicam-se a uma situação de uso dos cintos de segurança de 60-80%. Portanto, presume-se que o risco de lesão sem o cinto de segurança seja de 0,40 por milhão de quilômetros rodados para os condutores e 0,35 por milhão de quilômetros para os passageiros. O número esperado de pessoas feridas durante a vida útil do veículo pode, então, ser calculado em 0,08 para o condutor, 0,04 para o passageiro no banco dianteiro e 0,02 para o passageiro no banco traseiro.

O benefício do uso contínuo do cinto de segurança ao longo da vida útil do automóvel é estimado, para o condutor, em cerca de NOK 19.000 (valor presente para 15 anos, taxa de juros de 7%). Seu custo de instalação no assento do condutor é em torno de NOK 600. O benefício correspondente para o assento frontal de passageiro é estimado em cerca de NOK 8.000 e o custo, em NOK 600. Para os passageiros do banco traseiro, o benefício é estimado em cerca de NOK 2.000 e o custo, em NOK 1.500.

Os cálculos mostram que os benefícios do uso do cinto de segurança excedem seu custo de montagem em todos os assentos do veículo. O custo do tempo utilizado para por e tirar o cinto de segurança não foi calculado. O tempo utilizado é estimado em cerca de 8 segundos por viagem por pessoa (Blomquist, 1977, 1979). Um veículo de passeio é conduzido, em média, um pouco menos de 1.000 viagens por ano (Rideng, 1994). Isso equivale a cerca de 1.800

ocupantes-viajantes por veículo por ano (a ocupação média é de 1,82 pessoa por viagem). Se os cintos de segurança forem usados por todas as pessoas em todas as viagens, o tempo necessário para colocar e tirar os cintos por carro por ano é de 4 horas. O custo do tempo disso equivale a aproximadamente NOK 340 por ano, total para todos os assentos do veículo de passeio, ou, em valor presente, em torno de NOK 3.115 para toda a vida útil do veículo. Para efeito de comparação, o benefício do uso do cinto de segurança é estimado em aproximadamente NOK 29.000 para todos os assentos no veículo de passeio como um todo. O custo é pequeno e pouco significa para o valor de custo-benefício do uso dos cintos de segurança.

Um cálculo (Elvik, 1997) mostra que o número de mortes poderia ser reduzido entre 23-65 se todos usassem o cinto de segurança. O número de feridos poderia ser reduzido entre 285-865 pessoas. Calcula-se que uma triplicação nas fiscalizações do uso do cinto de segurança, alcance uma diminuição de 100 feridos no número total de acidentados, incluindo cerca de 8 mortes a menos. O benefício desse aumento das fiscalizações é estimado em NOK 270 milhões, e o custo, em NOK 75 milhões.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os requisitos para a utilização dos cintos de segurança segue a regulamentação sobre o uso de equipamento de proteção pessoal durante a condução de veículo a motor, tal como determinado pelo Ministério dos Transportes. A iniciativa para alterações pode ser tomada, entre outros, pelas autoridades viárias.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos para a instalação dos cintos de segurança são regulamentados pelas diretivas da União Europeia e regulamentos da UNECE, que são incorporados à legislação norueguesa por meio dos regulamentos veiculares. O uso de cintos de segurança é, segundo a regulamentação veicular, obrigatório para todas as pessoas em veículos leves em que estes dispositivos estejam disponíveis. Os requisitos técnicos para os cintos de segurança estão previstos nos regulamentos veiculares. Os cintos de segurança devem ter a marca da União Europeia, que é

aprovada por um regulamento UNECE ou por uma diretiva da União Europeia.

Responsabilidade pela execução da medida

A polícia e a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega podem controlar o uso do cinto de segurança. Para pessoas com mais de 15 anos, pode ser imposta uma multa de NOK 1.500 pela não-utilização do cinto de segurança. Os condutores são responsáveis pela segurança de pessoas com menos de 15 anos de idade.

4.13 SEGURANÇA DE CRIANÇAS EM VEÍCULOS

O capítulo foi revisado em 2013 por Alena Høyve (TØI)

Crianças que são transportadas de acordo com os requisitos e recomendações legais de segurança têm uma diminuição de 50% no risco de serem mortas ou feridas comparado ao risco das crianças que viajam sem as recomendações legais de segurança, e 30-40% menos risco de serem mortas ou feridas do que crianças que viajam de forma incorreta em relação às exigências de segurança. Crianças de colo, quando apropriadamente transportadas de forma segura segundo a lei, têm cerca de 60% menos risco de ferimentos do que as crianças que viajam somente com um cinto de segurança afivelado. Os resultados podem ser um pouco superestimados, porque não há estudos que controlam as atitudes ou comportamentos de risco dos condutores. Crianças de até três anos no banco de trás têm 55% menos risco de serem mortas ou feridas gravemente do que as crianças da mesma idade no banco da frente, e 30% menos risco de serem feridas no geral. Para crianças maiores, a diferença de risco entre assentos traseiros e dianteiros é menor e estatisticamente insignificante. Para crianças acima de 8 anos, não parece haver nenhuma diferença. Quando as crianças se sentam no banco traseiro, há aquelas que se sentam no meio do banco, que aparentemente tem o menor risco, mas a diferença entre os assentos não é significativa. Geralmente a criança que está sentada no lado da colisão é a que sofre maior lesão.

Problema e finalidades

Crianças sendo transportadas em veículo sem cinto de segurança ou sem outros sistemas de retenção

têm alto risco de lesão em acidentes e podem ser um perigo para as pessoas no banco da frente (Roberts, 1983; Nordisk Trafikksikkerhetsråd, 1984). O número anual de crianças menores de 15 anos passageiras em veículos leves que foram feridas ou mortas em acidentes de trânsito de 2008 a 2012 foi de 396. Destas, 22% tinham três anos ou menos; 46%, entre 4 e 10 anos, e 32%, entre 11 e 14 anos. A proporção das crianças que foram mortas ou gravemente feridas varia muito entre os grupos etários: a taxa entre 0 e 3 anos de idade foi de 3%; entre as crianças na faixa dos 4 aos 10 anos foi de 4%, e 7% entre as de 11 a 15 anos. Outros estudos também sugerem que crianças têm um risco mais baixo do que adultos quanto aos ferimentos em acidentes de trânsito (Norin et al., 1978; Norin et al., 1980; Nordisk Trafikksikkerhetsråd, 1984; Mayrose & Priya, 2008).

Se a segurança das crianças nos veículos fosse voluntária, nem todos os países optariam por fazê-la de forma adequada. Antes que esta exigência se tornasse obrigatória nos veículos na Noruega em 1988, menos de 50% das crianças eram transportadas devidamente em segurança com cintos de segurança ou cadeirinhas para veículos. Esse porcentual aumentou consideravelmente depois que os sistemas de retenção para o transporte de criança tornaram-se obrigatórios (ver tópico seguinte, Descrição da medida).

Equipamentos de proteção ou sistemas de retenção para o transporte de crianças em veículos servem para manter as crianças no banco, de modo que, durante uma frenagem ou colisão, elas não sejam jogadas contra o interior do veículo ou para fora do mesmo. O sistema de retenção deve ser capaz de absorver a energia cinética, sem infligir lesões significativas à criança, além de ser fácil de manusear. A lei a respeito da segurança de crianças em veículos deve reduzir o número de crianças feridas, por exigir que elas sejam transportadas de forma segura.

Descrição da medida

Dispositivos de retenção para o transporte de criança em veículo significam as seguintes medidas:

- Escolha do assento para crianças no carro (dianteiro ou traseiro);
- Sistema de retenção com cadeirinha elevada e/ou cinto de segurança;
- Dispositivo de retenção obrigatório para transporte de criança em veículo.

Os requisitos do sistema de retenção para o transporte de crianças em veículos são estabelecidos por meio de regulamentos específicos: “Regulamentações sobre o uso de dispositivos de retenção pessoal durante a condução de um veículo automotor” (Grondahl Dreyer, 1995). A partir de 9 de maio de 2006, os regulamentos tornaram-se mais rigorosos. Agora é obrigatório o uso de dispositivo de retenção para o transporte de crianças em veículos homologado, adequado para seu peso, até que a criança atinja 135 cm de altura. Os regulamentos não fazem nenhuma exigência quanto ao uso de dispositivos de retenção para o transporte de crianças maiores de 135 cm. Crianças entre 135 e 150 cm devem usar dispositivos de retenção aprovados, caso estes estejam disponíveis no veículo, e recomenda-se que todas as crianças os utilizem até que atinjam o tamanho apropriado para o uso do cinto de segurança. É de responsabilidade do condutor garantir que a criança esteja, em todos os momentos, devidamente protegida. A polícia e a Agência Nacional de Administração de Rodovias Públicas da Noruega (2011) recomendam os seguintes dispositivos de retenção para crianças de diferentes grupos de peso:

Grupo de peso 0/0+ (0-13 kg; 0-12 meses): A criança deve sentar-se em cadeirinha infantil para bebês (bebê-conforto), voltada para trás. Até 9 kg, a cadeirinha (bebê-conforto) é obrigatória.

Grupo de peso 1 (9-18 kg; aproximadamente 9 meses a 4 anos): A partir de 9 kg, a criança deve sentar-se em cadeirinha infantil para veículos, instalada na posição virada para a frente ou para trás. O limite de peso é no mínimo 18 kg, mas existem várias cadeirinhas infantis viradas para trás que permitem até 25 kg. De acordo com as normas de segurança viária, recomenda-se que as crianças sentem-se voltadas para trás, independente de o limite de 18 kg ter sido ultrapassado.

Grupos de peso 2 (15-25 kg) e 3 (22-36 kg): Nestes grupos de peso, o cinto de segurança de três pontos comum pode ser combinado com uma almofada ou cadeira que eleve a criança e controle a altura do cinto para que este possa ser afivelado confortavelmente sobre ela, tanto sobre o ombro quanto nos quadris. As normas de segurança viária recomendam o uso de assento com proteção lateral para coluna e cabeça até que a criança atinja altura entre 135-150 cm ou passe o limite de peso de 36 kg.

Crianças no veículo e airbags: É proibido o transporte de crianças na posição virada para trás no

banco da frente, onde está o airbag. A exceção é se o airbag estiver desativado. Para crianças com menos de 140 centímetros, geralmente desencoraja-se que se sentem no banco do passageiro enquanto o airbag estiver ativado.

A taxa de crianças protegidas por dispositivos de retenção/cinto de segurança, de acordo com pesquisas situacionais da Agência Nacional de Administração de Rodovias Públicas da Noruega entre 1999 e 2005 era de 94 a 97% entre os menores (0-3 anos), 84 a 93% entre as crianças mais velhas (4 a 14 anos) e 67 a 87% entre as crianças com mais de 14 anos. Pesquisas situacionais não fornecem informações a respeito da taxa de crianças transportadas corretamente, conforme a lei (o uso incorreto de dispositivos não é levantado pelas pesquisas). Também em outros países (Suécia, EUA, Reino Unido e Austrália), a utilização de dispositivos de retenção para o transporte de crianças pequenas está em torno de 90 a 95% (Amundsen, 2004; US Department of Transportation, 2004; Anund et al., 2003).

Um estudo norueguês, que foi realizado considerando a fiscalização regular nas rodovias com limites de velocidade em 70 km/h ou superior (Skjerven-Martinsen et al., 2013), mostrou que 38% das 1.260 crianças de 0 a 15 anos estavam protegidas com sistema de retenção instalados incorretamente (em 24% dos casos, a montagem incorreta foi considerada grave). A taxa de uso indevido foi maior entre crianças de 4 a 7 anos (a causa mais frequente foi a

má colocação do cinto); entretanto, a taxa mais grave de uso indevido foi maior entre as crianças mais novas. Nenhuma das crianças neste estudo estava completamente insegura. Além disso, observou-se que 24% de todas elas estavam em veículos em que havia objetos soltos, que teriam constituído risco de acidente. Em estudos de outros países, a taxa de uso incorreto varia de 15 a 80% (Decin e Lococo, 2005, Arbogast et al., 2005, Amundsen, 2004, Anund et al., 2003, Decin et al., 1997). Erros comuns incluem cintos não suficientemente apertados ou colocados sobre o pescoço da criança ou sob os braços, ou a cadeira não fixada corretamente ao banco do veículo. O uso inadequado do dispositivo de retenção geralmente reduz seu efeito (Arbogast et al., 2004).

Impacto sobre os acidentes

Escolha do assento no carro

As seguintes pesquisas estudaram o impacto da escolha de como se sentar no veículo no risco de lesão nas crianças:

Nielsen, 1974 (Dinamarca);
Williams & Zador, 1977 (EUA);
Norin et al., 1978 (Suécia);
Dalmotas et al., 1984 (EUA);
Kahane, 1986 (EUA);
Tingvall, 1987 (EUA);
Agran, Castillo & Winn, 1992 (EUA);

TABELA 4.13.1: IMPACTO NO RISCO DE ACIDENTES COM CRIANÇAS, DE ACORDO COM A ESCOLHA DE ASSENTOS NO CARRO. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO RISCO DE LESÃO.

Medida	Variação porcentual do risco de lesão		
	Grau de lesão	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Assentos traseiros X dianteiros - crianças com sistema de retenção e sem sistema de retenção em veículo			
- todas as crianças	Ferimento	-18	(-23; -12)
- crianças pequenas, de 0 a 3 anos	Ferimento	-30	(-47; -8)
- crianças até 9 anos	Ferimento	-13	(-24; 0)
- crianças maiores, de 8 a 14 anos	Ferimento	-5	(-9; -2)
- todas as crianças	Mortas / feridas gravemente	-31	(-41; -19)
- crianças pequenas, de 0 a 3 anos	Mortas / feridas gravemente	-55	(-74; -23)
- crianças até 9 anos	Mortas / feridas gravemente	-3	(-23; +21)
- crianças maiores, de 8 a 14 anos	Mortas / feridas gravemente	+6	(-6; +20)
Centro do banco traseiro X laterais – crianças protegidas em conformidade com a norma			
- todas as crianças	Mortas	-19	(-47; +24)
- crianças de 0 a 5 anos	Ferimento	+5	(-10; +23)

Braver et al., 1998 (EUA);
 Petridou et al., 1998 (EUA);
 Berg et al., 2000 (EUA);
 Smith & Cummings, 2004 (EUA);
 Durbin et al., 2005 (EUA);
 Lennon et al., 2008 (EUA) e
 Mayrose & Priya, 2008 (EUA).

Com base nestes estudos, o impacto no risco de lesão ao escolher o banco de trás, em detrimento do dianteiro, está indicado nos números na tabela 4.13.1.

Para crianças sentadas no banco da frente, foi encontrado maior risco tanto para ferimentos quanto para morte do que para as crianças sentadas no banco de trás. Para o risco de morte ou ferimentos graves, a diferença do risco é maior do que para o risco de acidentes com lesões em geral. A diferença de risco parece ser igual para crianças transportadas de forma segura ou não; os resultados de ambas as situações foram, portanto, unificados. O risco da escolha pelo banco dianteiro ao invés do traseiro é maior para as crianças mais novas (até 3 anos). Para crianças maiores, o risco é menor, e os resultados não são estatisticamente significativos.

Para crianças que se sentam no banco de trás, os resultados sugerem que o risco de morte é menor quando se senta no meio do banco traseiro. O resultado, entretanto, não é estatisticamente significativo. E, para ferimentos, tampouco foi encontrado um impacto relevante. Um dos três estudos, que estão na base dos resultados (Howard et al., 2004) encontrou diferentes impactos significativos relacionados ao espaço do lado da colisão com outro veículo ou objeto em comparação com o lado oposto. Crianças sentadas no meio do assento, de acordo com os resultados de Howard et al. (2004), têm risco 60% menor de morte do que as crianças sentadas no lado da colisão e risco de morte 30% mais alto do que as crianças do lado oposto da colisão. Isso se aplica a crianças utilizando o dispositivo de retenção. Para as crianças que não utilizavam o sistema de retenção, o risco é 16% maior para o lado da colisão e 46% mais baixo para o lado oposto. Na Noruega a taxa de crianças mortas e severamente feridas em veículo de passeio que atingiu outro veículo ou objeto ou foi atingido por outro veículo ou objeto no lado direito foi de 6%, enquanto a taxa de colisão no lado esquerdo foi de 8% (taxas de 1983 a 1999; para os anos mais recentes, não há informações sobre o ponto de colisão). Diante desses resultados, pode-se calcular que o risco de morte ou ferimento grave é 7% maior no lado direito do que no meio e

11% maior no lado esquerdo do que no centro. Em comparação com o lado direito, o risco é 3,6% mais elevado do que no lado esquerdo.

Segurança de crianças em veículo com cadeirinha e/ou cinto de segurança

O impacto da medida de segurança para o transporte de crianças em veículos no risco de lesões em acidentes foi pesquisado em diversos estudos, a maioria deles realizados nos Estados Unidos. Os resultados estão resumidos na tabela 4.13.2 e se baseiam nos seguintes estudos:

Williams & Zador, 1977 (EUA);
 Melvin et al., 1978 (EUA);
 Norin & Andersson, 1978 (Suécia);
 Norin et al., 1978 (Suécia);
 Scherz, 1979 (EUA);
 Norin et al., 1980 (Suécia);
 Dalmotas et al., 1984 (Canadá);
 Wagenaar, 1985 (EUA);
 Kahane, 1986 (EUA);
 Aldman et al., 1987 (Suécia);
 Carlsson et al., 1987 (Suécia);
 Tingvall, 1987 (Suécia);
 Partyka, 1988 (EUA);
 Langwieder & Hummel, 1989 (Alemanha);
 Agran et al., 1992 (EUA);
 Berg et al., 2000 (EUA);
 Lutz et al., 2003 (EUA);
 Arbogast et al., 2004 (EUA);
 Nance et al., 2004 (EUA);
 Lund, 2005 (EUA);
 Brown et al., 2006 (EUA);
 Chen et al., 2006 (EUA);
 Durbin et al., 2006 (EUA);
 Elliott et al., 2006 (EUA);
 Garcia-Espana & Durbin, 2006 (EUA);
 Henary et al., 2007 (EUA);
 Lee et al., 2008 (EUA);
 Lennon et al., 2008 (EUA) e
 Arbogast et al., 2009 (EUA).

Poucos estudos examinaram o impacto de tipos específicos de dispositivos de retenção para crianças. A maioria das pesquisas comparou o uso do dispositivo de retenção obrigatório (ou recomendado) para o transporte de criança em veículos com:

- Dispositivos de retenção em desacordo com as normas/recomendações ou usados incorretamente (“inadequadamente protegidas”);

TABELA 4.13.2: IMPACTO DO USO DO SISTEMA DE RETENÇÃO PARA O TRANSPORTE DE CRIANÇAS EM VEÍCULO NO RISCO DE ACIDENTE COM CRIANÇAS COMO PASSAGEIROS. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO RISCO DE LESÃO.

Medida	Variação percentual do risco de lesão		
	Grau de lesão	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Com sistema de retenção (todas as opções)			
X sem sistema de retenção (todas as opções)	Mortas	-81	(-92; -57)
	Mortas/ferimento grave	-69	(-73; -64)
	Lesões	-33	(-36; -31)
	Ferimentos leves	-25	(-32; -16)
Com sistema de retenção obrigatório X sem sistema de retenção (todas as opções)	Mortas	-59	(-65; -51)
	Feridas	-56	(-65; -44)
Com sistema de retenção obrigatório X com sistema de retenção instalado inadequadamente			
– bebês	Ferimentos graves	-43	(-55; -29)
– todas	Feridas/mortas	-34	(-46; -20)
– todas	Lesão pélvica	-71	(-84; -49)
Com sistema de retenção obrigatório X sem sistema de retenção ou com sistema de retenção instalado inadequadamente			
– 2-8 anos	Mortas/feridas gravemente	-35	(-39; -31)
– todas	Ferimentos graves	-72	(-86; -43)
– todas	Feridas	-58	(-60; -54)
Com sistema de retenção obrigatório X cinto de segurança (1-6 anos)	Feridas	-61	(-85; +2)
Cinto de segurança X sem sistema de retenção	Feridas	-39	(-47; -29)

- uso somente do cinto de segurança;
- não-uso de dispositivo de retenção ou cinto de segurança (“não protegidas”).

O que é exigido ou recomendado depende da idade e/ou do peso da criança. Assim, “transportado de forma segura conforme a norma” para um bebê significa que a criança está segura a uma cadeira (bebê-conforto) para veículo e virada para trás, enquanto que “transportado de forma segura conforme a norma” para uma criança de 7 anos normalmente significa que ela está segura a uma cadeira infantil, conforme as exigências (ou recomendações) para esta faixa etária.

Os resultados mostram que o risco de lesão para crianças é minimizado pelo dispositivo de retenção, tanto o exigido quanto o recomendado. O risco é maior com uso incorreto dos mesmos (“inadequadamente protegidas”) ou com somente o uso do cinto de segurança, e o maior de todos os riscos é quando não se usa o dispositivo de retenção. O resultado relacionado a “todas as variáveis *vs* não transportadas com segurança (todas)” se baseia em

estudos que não especificaram o tipo de dispositivo de retenção ou se seu uso é obrigatório/recomendado ou não. Os resultados também indicam que o impacto da proteção é um pouco maior para ferimentos mais graves do que para lesões menos graves. Dividindo-se os resultados por idade ou por tipos específicos de dispositivo de retenção para o transporte de crianças, não há diferenças sistemáticas no impacto entre os grupos etários ou tipos de cadeirinhas. Os resultados são, assim, apresentados para todas as faixas etárias e todos os tipos de dispositivos de retenção. Ainda assim, é possível que diferentes tipos de dispositivos de retenção para o transporte de crianças tenham impactos diferentes. Kapoor et al. (2011) mostraram, por exemplo, em testes de colisão, que as crianças podem ser feridas mais gravemente principalmente na cabeça em cadeirinhas para veículos presas com cinto de segurança do que quando fixadas com ISOFIX. Também é possível que a utilização de sistemas de retenção para crianças tenha um impacto maior nas crianças menores do que entre as crianças mais velhas, embora os resultados apresentados não justifiquem essa conclusão.

Os resultados não parecem ter sofrido viés de publicação. A maioria dos estudos controlou certo número de variáveis, incluindo a idade da criança e a posição no carro (dianteira ou traseira). No entanto, ainda é possível que o impacto da redução de lesões pelo dispositivo de retenção para o transporte de criança seja superestimado. Nenhum dos estudos analisou as atitudes dos condutores (ou pais) ou o comportamento na direção. Sem um sistema de retenção exigido para as crianças, há pais que são menos conscientes em relação à segurança no geral e que poderiam, pelo mesmo motivo, ter um comportamento de condução mais arriscado do que pais de crianças que são transportadas conforme a legislação (Lee et al., 2012). Como exemplo, Schlotthauer et al. (2011) mostraram que crianças em veículos em que o condutor estava embriagado estavam, na maioria, sendo transportadas mais inadequadamente do que crianças em veículos em que os condutores não apresentavam embriaguez.

Legislação sobre segurança no transporte de crianças em veículo

O impacto da obrigatoriedade do sistema de retenção para o transporte de crianças foi pesquisado na Noruega e nos EUA. Os resultados apresentados aqui se baseiam nas seguintes pesquisas:

Lawless & Siani, 1984 (EUA);
Guerin & MacKinnon, 1985 (EUA);
Wagenaar, 1985 (EUA);
Wagenaar, Webster & Maybee, 1987 (EUA);
Evans & Graham, 1990 (EUA);
Elvik, 1995 (Noruega) e
Rock, 1996 (EUA).

Com base nestes estudos, a melhor estimativa do impacto da obrigatoriedade do sistema de retenção para o transporte de criança em veículo é uma queda de 15% ($\pm 1\%$) no número de crianças feridas nos grupos etários abrangidos pela legislação. Na Noruega, a redução do número de crianças feridas entre 1983 e 1987 (antes da lei) e entre 1989 e 1993 (depois de sua implementação) é de cerca de 17%, quando os condutores são utilizados como grupo de controle. A taxa média de crianças transportadas com segurança conforme a norma aumentou de 42%, no período anterior, para 82%, no período depois da implementação.

Vários estudos também mostraram que as leis que especificam como as crianças devem ser transporta-

das com segurança no veículo aumentam justificavelmente a taxa de crianças transportadas de forma apropriada (Lennon, 2012; Winston et al., 2007; Zaza et al., 2001). Foi encontrado um aumento de 5% a 40%.

Impacto na mobilidade

Não há impacto direto sobre a mobilidade do transporte de crianças em segurança no veículo ou da sua legislação.

Impacto no meio ambiente

Não há impacto direto no meio ambiente por se transportarem crianças em segurança em veículos ou da sua legislação.

Custos

Os preços para os diferentes tipos de dispositivos de retenção para o transporte de crianças em veículos para o ano de 2013 estão apresentados abaixo. Preços para cintos de segurança não são fornecidos, pois são equipamentos padronizados (itens de fábrica em todos os carros). O custo total poderia ser menor se reutilizados, mas a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega adverte contra a compra de equipamentos usados.

- Cadeira para veículo (voltada para trás) 0-13 kg: NOK 1500 a 2600;
- Cadeira para veículo (voltada para a frente ou para trás) 0-18 kg/0-25 kg: NOK 1300 a 4200;
- Cadeira para veículo (voltada para a frente ou para trás) 9-18 kg/9-25 kg: NOK 2000 a 4700;
- Cadeira para veículo (voltada para a frente) 9-36 kg: NOK 2800 a 3500;
- Conjunto para veículo (cadeira voltada para a frente, com cinto de segurança) 15-36 kg: NOK 700 a 2500.

Avaliações de custo-benefício

Foi feita uma análise de custo-benefício simplificada para mostrar aproximadamente quantos ferimentos entre crianças são anualmente evitados com o uso dos dispositivos de retenção obrigatórios, qual o valor investido para atingir o nível atual de utilização e quais são os benefícios socioeconômicos da redução

das lesões relacionados ao sistema de retenção para o transporte de crianças em veículos.

O benefício é calculado de acordo com as seguintes premissas: de 2008 a 2012, a média de crianças mortas entre 0 e 10 anos foi de 10,4 ao ano; 8,2 foram severamente feridas e 258,4 tiveram ferimentos leves (números referentes a crianças em veículos leves). Supõe-se que o uso de dispositivos de retenção obrigatórios para transporte de crianças em veículos reduza o risco de morte em 40%, de ferimentos severos em 35% e de lesões menores em 20%. A taxa de utilização do sistema é de 95%. Com base nestes pressupostos, o número anual de mortes evitadas é de 6,4; de ferimentos severos evitados é de 4,1, e de ferimentos leves é de 60,6. Com os custos de acidente em NOK 30,22 milhões por morto, NOK 10,59 milhões por gravemente ferido e NOK 614.000 por ferido levemente, o total socioeconomicamente poupado é de NOK 273,1 milhões. Assumindo-se os benefícios mais baixos (-35% mortes, 30% gravemente feridos, -10% levemente feridos), a poupança socioeconômica total em custos de acidente é de NOK 201,8 milhões. Assumindo-se um benefício ainda mais baixo (-20% mortes, 15% gravemente feridos e nenhum impacto sobre ferimentos leves) a economia em custos de acidente fica em NOK 88,2 milhões.

O custo do dispositivo de retenção para o transporte de crianças é calculado de acordo com as seguintes premissas: há por volta de 50.000 crianças em cada uma das idades de 0 a 10 (11 faixas etárias - 0 ano, entre 1 e 2 anos de idade, entre 2 e 3 anos,...) que compram, cada uma, três cadeirinhas infantis durante o período entre 0 e 10 anos e cada cadeirinha custa aproximadamente NOK 2.000. Sob estas premissas, usam-se anualmente cerca de NOK 27,3 milhões em dispositivos de retenção para transporte de crianças.

O cálculo sugere que os custos de utilização de sistemas de retenção são provavelmente bem menores que os benefícios. Isso se aplica, mesmo que os benefícios sejam calculados com um impacto muito menor do que o que se tem com a imposição legal de segurança no transporte de crianças.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os próprios proprietários de veículos podem instalar os dispositivos de retenção para transporte de

crianças. A instalação deve ser feita de acordo com as instruções fornecidas no produto.

Requisitos e procedimentos formais

A aprovação e os requisitos para os dispositivos de retenção para o transporte de crianças em veículo são especificados na Regulamentação de Veículos, Capítulo 43. O uso de cinto de segurança e os sistemas de retenção para transporte de crianças estão estipulados de acordo com a regulamentação do uso de equipamento de proteção pessoal durante viagem em veículo motorizado. É obrigatório o uso de dispositivos de retenção certificados para crianças até que a criança atinja 135 cm de altura. Crianças entre 135 e 150 cm devem usar dispositivos de retenção com certificação de segurança, caso estejam disponível no veículo. Crianças abaixo de três anos de idade não devem ser transportadas em veículo onde não há cintos de segurança. A criança não deve ser transportada em cadeira virada para trás no banco da frente nos veículos em que haja airbag, a menos que o airbag esteja desativado. As regras para a segurança de crianças quando transportadas em veículos aplicam-se a crianças com menos de 36 kg. Depois disso, crianças e adultos devem usar o cinto de segurança. Veja, também, informações sobre a medida em vegvesen.no, regularmente atualizada e ajustada.

Responsabilidade pela execução da medida

Os condutores de veículos automotores são responsáveis por assegurar que os passageiros menores de 15 anos usem dispositivos de retenção. Os condutores podem ser autuados quando transportarem esses passageiros sem a segurança devida, conforme Regulamentações sobre multas simplificadas em questões de trânsito viário. O controle da obediência à norma é realizado pela polícia e pela Agência Nacional de Administração de Rodovias Públicas da Noruega. A polícia pode impor multas, conforme a legislação e punições de acordo com o Regulamento sobre procedimentos e punições em questões de trânsito viário. A multa é atualmente de NOK 2000 (2011). A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega pode denunciar infrações à polícia para a imposição de multas e punições nos termos da regulamentação.

4.14 AIRBAGS EM VEÍCULOS LEVES

O capítulo foi revisado em 2007 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

O uso dos cintos de segurança reduz os ferimentos causados em acidentes de trânsito, mas não pode proteger contra todos os tipos de lesão; eles não ajudam, por exemplo, a manter a cabeça presa no lugar em caso de acidente e não podem evitar que ela se choque contra partes do interior do veículo, como o volante ou as colunas A ou B. Ao equipar-se o veículo com airbags, pode-se ter uma melhor proteção contra as lesões que os cintos de segurança nem sempre podem impedir. Airbags, juntamente com os cintos de segurança, podem dar melhor proteção contra lesões graves em caso de acidente aos condutores e passageiros dos assentos dianteiros.

Descrição da medida

Um airbag é um balão comprimido que infla em caso de colisão. Existem vários modelos de airbags que, em distintos tipos de acidentes, evitam que diferentes partes do corpo se choquem contra o interior do veículo e, em parte, também podem proteger para que a pessoa não seja arremessada para fora do automóvel.

Airbags dianteiros

Os primeiros modelos de airbags introduzidos foram os dianteiros, que são instalados no volante ou no painel frontal do passageiro dianteiro. Estes airbags visam proteger contra lesões de cabeça, face, pescoço e torso em caso de colisão frontal: no impacto da colisão, sensores que medem a desaceleração do veículo fazem com que os airbags inflam. A inflagem leva no máximo 5/100 segundo (Fosser, Vaa & Torp, 1992). Depois de cerca de 0,5 segundo, o airbag é novamente desinflado. Em outros tipos de acidentes, os airbags inflam quando a redução de velocidade é tão grande e abrupta quanto em uma colisão frontal. Acidentes em que os airbags frontais não têm nenhum efeito são aqueles em que eles não são acionados (por exemplo, na maioria dos impactos laterais e capotamentos, por exemplo), acidentes em que o veículo está completamente destruído, acidentes de intrusão de objetos ou partes de outros veículos na cabine e acidentes envolvendo afogamento ou incêndio.

Os airbags frontais variam quanto ao tamanho, ao tempo e à pressão de inflagem; estas variações afetam a eficiência da prevenção de lesões e o grau de

lesão que o airbag pode causar, ou seja, aquela lesão que não teria ocorrido sem ele. Os primeiros airbags que chegaram ao mercado foram projetados para que a inflagem acontecesse muito rápido e com uma pressão muito alta. A intenção era que o airbag inflasse mais rápido que a cabeça e o tronco do condutor/passageiro pudessem avançar contra o volante ou o painel frontal. Os airbags foram testados em situações de colisão com impacto de altíssima energia, que resultaram em muitos acidentes com vítimas que não teriam ocorrido de outra forma, especialmente no caso de acidentes com baixa velocidade. Os airbags tornam-se especialmente perigosos para condutores e passageiros pequenos e leves. Entre crianças e mulheres jovens, o porcentual de mortes ou ferimentos devido aos airbags é maior que entre os homens jovens de estatura mediana. A grande maioria das pessoas mortas em acidentes em que o airbag é a causa de morte são crianças ou mulheres pequenas. As lesões fatais provocadas por airbags em condutores adultos ou passageiros são principalmente lesões no peito. As lesões fatais em crianças provocadas por airbags são principalmente na cabeça, nas vértebras e danos no sistema nervoso (McKay e Jolly, 1999).

Com base nestes resultados, buscou-se desenvolver airbags que evitassem essas lesões. Nos Estados Unidos é obrigatório equipar os veículos com airbags frontais para condutor e passageiro. Antes de 1997, os airbags tinham de ser testados em testes de colisão e, a partir de 1997, tornou-se obrigatório testar os airbags com os chamados “testes de impacto” com menor energia de impacto. Os airbags testados são inflados mais lentamente e com energia mais baixa, para que causem o menor número de lesões e com menor gravidade possível. O valor-limite para liberação foi otimizado para que os airbags não fossem acionados em acidentes em que eles provavelmente imporiam lesões adicionais ou mais graves que os que poderiam impedir. Além disso, tornou-se legal instalar um botão *on-off* para que o airbag pudesse ser desligado para crianças e condutores que têm de se sentar a uma distância muito pequena em relação ao volante (menos de aproximadamente 25 cm).

Não existem dados sobre o número de veículos equipados com airbags na Noruega. Quase todos os automóveis novos vendidos têm airbags frontais. Uma lista de modelos de veículos vendidos na Alemanha em 2003 mostra que a maioria dos modelos era equipada com airbags para o condutor (96%) e passageiro do banco da frente (93%; Klanner et al., 2004) como item de série.

Geralmente os airbags são muito confiáveis, mas podem ocorrer problemas. Eles podem ser acionados sem acidente ou em acidentes que não são tão graves a ponto de eles serem acionados. Isso pode levar a lesões mais leves ou graves, além de poder causar acidentes que não teriam acontecido, devido ao susto ou pela visibilidade reduzida, por exemplo. Pode acontecer também de o airbag não ser acionado em acidentes graves em que ele deveria ser acionado, o que reduz sua eficácia, mas não inflige lesões que sem ele não teriam ocorrido.

Airbags laterais

Airbags laterais têm como finalidade proteger a cabeça ou o peito em colisões laterais. Existem vários tipos de airbags laterais: os que protegem o torso ou o tórax, montados nas portas ou nos encostos e os airbags de cortina, para proteção da cabeça, que protegem contra colisão entre a cabeça e o interior do veículo, possivelmente até mesmo contra ser lançado para fora do veículo. Há também combinações destes airbags: alguns modelos laterais estão equipados com sensor de capotamento, para que também sejam ativados em caso de acidentes em que os airbags frontais geralmente não são acionados (Kahane, 2007). Os airbags laterais dianteiros foram introduzidos em veículos de passeio em 1996 e os airbags de cortina, em 1998; mas só depois de 2000 eles começaram a ser instalados em maior número. Em 2003, cerca de 20% de todos os veículos de passeio novos nos EUA eram equipados com airbags laterais (Kahane, 2007). Segundo Klanner, Ambos & Paulus (2004), em 2004 75% de todos os automóveis novos na Alemanha tinham airbags laterais dianteiros como item de série. Os airbags de cabeça e cortina são itens de série em apenas 7% de todos os veículos novos. Outros tipos de airbag (como o torácico na parte traseira, por exemplo) são muito mais raros, e os airbags para proteção dos joelhos e dos pés ainda não estão muito difundidos no panorama atual.

Outros airbags

Outros tipos de airbags estão em desenvolvimento: airbags que protegem os pés e as pernas contra choques no interior de veículos; airbags para motocicletas, para a proteção dos membros inferiores ou como componente do vestuário, por exemplo, e airbags de capô, que protegem pedestres ou ciclistas

em atropelamentos por automóveis. Para reduzir as lesões decorrentes do uso do cinto de segurança em colisões, foi feito um teste com cintos de segurança infláveis em que a pressão sobre os ombros, tronco e parte inferior do corpo era distribuída sobre uma área maior.

Impacto sobre os acidentes

Airbags dianteiros

Impactos de airbags frontais nos condutores e passageiros adultos mortos ou feridos: A maioria dos estudos sobre airbags investiga airbags frontais, ou seja, aqueles no volante ou no painel frontal do passageiro. Existem vários estudos que comparam o risco de ser morto ou gravemente ferido em um veículo com airbag com o mesmo risco em um veículo sem airbag. Os resultados aqui apresentados se baseiam nas seguintes pesquisas:

Zador & Ciccone, 1993 (EUA);
 Edwards, 1995 (EUA);
 Ferguson, Lund & Greene, 1995 (EUA);
 Joksich, 1995 (EUA);
 Kahane, 1996 (EUA);
 Malliaris et al., 1996 (EUA);
 Lenard et al., 1998 (Grã-Bretanha);
 Segui-Gomes, 2000 (EUA);
 Cuerden et al., 2001 (Grã-Bretanha);
 Cummings et al., 2002 (EUA);
 Braver, Kyrychenko & Ferguson, 2005 (EUA);
 Meyer & Finney, 2005 (EUA);
 Kahane, 2006 (EUA) e
 Olsen et al., 2006 (EUA).

A maioria dos estudos foi realizada nos EUA, e a maior parte dos airbags que foram examinados é da “primeira geração”, ou seja, aqueles testados em situações de colisão com energia de alto impacto. A tabela 4.14.1 fornece os efeitos sobre o número de mortos ou feridos com base nestas investigações sobre os airbags. É mostrado o impacto líquido de airbags, ou seja, a redução das lesões causadas pelo airbag menos as lesões que ocorrem por sua causa. Os impactos se baseiam apenas nos resultados para os quais o uso do cinto foi especificado ou estatisticamente controlado. Quando o uso do cinto não é especificado, geralmente encontra-se maior redução de mortes que a apresentada na tabela 4.14.1, porque o uso do cinto em geral é maior em veículos com airbag que nos veículos sem airbag (Meyer & Finney, 2005).

TABELA 4.14.1: IMPACTOS DO AIRBAG EM COLISÕES FRONTAIS. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE MORTOS OU FERIDOS.

Gravidade das lesões	Variação percentual no número de mortos/feridos		
	Usuários/tipos de acidente sobre os quais atuam	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Condutores com cinto de segurança			
Mortos	Todos os acidentes	-15	(-24; -5)
Mortos	Colisões frontais	-22	(-28; -16)
Mortos	Colisões frontais ¹	-21	(-26; -15)
Mortos	Exceto colisões frontais Posição 12 h) ¹	-2	(-8; +5)
Mortos	Exceto colisões	-14	(-31; +7)
Feridos graves	Colisões frontais	-20	(-25; -14)
Uso do cinto de segurança estatisticamente controlado			
Mortos	Todos os acidentes	-5	(-14; +5)
Mortos	Colisões frontais	-25	(-47; +5)
Mortos	Exceto colisões frontais	+3	(-4; +11)
Condutor sem o cinto de segurança			
Mortos	Todos os acidentes	-1	(-11; +9)
Mortos	Colisões frontais	-13	(-18; -7)
Mortos	Exceto colisões frontais	-2	(-21; +22)
Mortos	Exceto colisões	+21	(+8; +36)
Passageiros com o cinto de segurança			
Feridos graves	Colisões frontais	-28	(-43; -10)

¹ Impacto total para os condutores com cinto de segurança e controle estatístico do uso do cinto.

Os resultados mostram que os airbags frontais reduzem o número de mortos e feridos graves entre condutores e passageiros que usam os cintos de segurança em aproximadamente 15%. O maior efeito é encontrado em colisões frontais. Entretanto, o efeito não é maior em colisões frontais em que a colisão atinge o veículo diretamente de frente (colisões de posição 12 h) do que em outras colisões frontais secundárias (colisões frontais geralmente incluem todas as colisões em que a colisão ocorre na frente, isto é, na posição aproximada entre 14 h e 10 h). Todos os resultados para os condutores e passageiros com cinto de segurança são significativos, exceto em acidentes que não são colisões. Os efeitos baseados em levantamentos em que o uso do cinto de segurança foi estatisticamente controlado não são significativos, e o impacto sobre os acidentes como um todo é menor quando o uso do cinto de segurança é controlado do que quando o impacto é estimado apenas para condutores com cinto de segurança.

Entre os condutores que não usam o cinto de segurança para todos os acidentes, em geral o airbag não apresenta nenhum impacto. Em caso de acidentes exceto colisões (a maioria dos acidentes individuais), o número de mortes entre os condutores sem cinto aumenta.

O impacto dos airbags no número de feridos graves parece ser quase tão grande quanto no número de vítimas fatais.

Uma análise mais profunda mostra que os resultados são muito heterogêneos, e é provável que tenham sido influenciados por outros fatores relacionados aos airbags, aos condutores, aos veículos ou aos acidentes que não foram levados em conta nas pesquisas. O controle estatístico para tais fatores pode alterar tanto a magnitude quanto o registro dos impactos estimados (Farmer, 2006; Meyer, 2006). Embora a maioria dos resultados seja significativa, os impactos devem ser considerados como incertos. Alguns fatores que podem afetar a eficácia dos airbags dianteiros são descritos nos itens a seguir.

Airbags dianteiros com energia de impacto reduzida: Na tabela 4.14.2, os impactos dos airbags em veículos anteriores a 1997 (testados contra colisão com energia de alto impacto) são comparados aos impactos dos airbags em veículos posteriores a 1997. Os airbags que foram testados em situações de colisão antes de 1997 são mais “agressivos” que os testados após 1997, ou seja, eles são liberados mais rapidamente e com maior energia. Os airbags

testados e posteriores a 1997 geralmente apresentaram energia e velocidade reduzidas e valores-limite de liberação otimizados. O último grupo é composto não só de veículos posteriores a 1997 e não há informações sobre o percentual de automóveis equipados com airbags testados pelo teste de menor energia de impacto neste grupo.

O impacto dos airbags no número de condutores mortos com cinto de segurança em colisões frontais é maior para os airbags mais recentes que para os modelos mais antigos. Este resultado já era esperado, pois os novos critérios de teste destinaram-se a reduzir as lesões graves causadas por airbags em colisões frontais. As diferenças entre airbags mais antigos e mais recentes não são significativas, possivelmente devido à composição heterogênea dos airbags após 1997 (nem todos os airbags deste grupo são posteriores a 1997).

O impacto dos airbags testados no teste de colisão com alta energia foi diretamente comparado ao dos airbags testados com menor energia de impacto e inflados com energia e velocidade mais baixas nos estudos de Kahane (2006) e Braver, Kyrychenko & Ferguson (2005). Os resultados são mostrados na tabela 4.14.3, e foram encontradas reduções significativas no número de mortos entre os condutores com cintos de segurança em colisões frontais e entre as crianças. Entre os condutores sem o cinto de segurança, o risco de morte é quase inalterado em colisões frontais e aumenta em colisões que não são colisões frontais. Entre os passageiros, foram encontradas reduções não significativas no risco de morte, resultados estes que se aplicam a todos os tipos de veículos de passeio. Em picapes, Braver et al. encontraram um aumento significativo (+ 35%) no número de mortos nos veículos com airbags mais recentes em comparação aos automóveis com airbags mais antigos.

Os resultados parecem confirmar a suposição de que os novos critérios de teste a partir de 1997 levaram a uma redução das lesões graves causadas por airbags. O impacto global de todos os acidentes não pode ser estimado com base nestes resultados, uma vez que não há resultados para acidentes que não são colisões. Os impactos de se reduzir a energia dos airbags (*depowered airbags*), mas sem alterar os critérios de teste foram examinados por Kahane (2006). Não houve alteração no risco de ser morto.

Outros fatores que afetam o efeito dos airbags:

Peso do veículo/dimensões: a tabela 4.14.4 mostra os impactos dos airbags em veículos de passeio leves/pequenos, peso médio/grande e pesados/grandes. Estes resultados baseiam-se em dois estudos (Ferguson et al., 1995; Joksch, 1995). A redução do número de condutores mortos com cinto de segurança é maior nos veículos maiores/mais pesados. Nenhum dos resultados é significativo.

Idade do condutor e passageiros: As pessoas mais velhas têm tolerâncias biomecânicas diferentes das mais jovens e normalmente sentam-se muito perto do airbag, inclusive porque têm problemas motores e fisiológicos. O risco de lesões causadas por airbags são, por isso, maiores com o aumento da idade (Yoganandan et al., 2007).

Sexo do condutor e passageiros: Airbags têm impactos diferentes para homens e mulheres. Entre as mulheres, a probabilidade de lesões graves causadas por airbags é maior que entre os homens, porque as mulheres em média são menores e normalmente sentam-se mais perto do airbag, além de terem uma tolerância biomecânica inferior. Segundo Segui-Gomez (2000), os airbags reduzem a probabilidade de ferimentos graves em colisões com velocidades acima de 12 km/h entre os homens e acima de 52 km/h entre as mulheres.

TABELA 4.14.2: IMPACTOS DE AIRBAGS FRONTAIS ANTES E DEPOIS DA REVISÃO DOS CRITÉRIOS DE TESTE DE 1997 NOS EUA. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE CONDUTORES MORTOS.

Gravidade das lesões	Variação porcentual no número de mortos		
	Usuários/tipos de acidentes impactados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Condutores com cinto de segurança em todos os acidentes			
Mortos	Airbags anteriores (antes de 1997)	-13	(-23; 0)
Mortos	Airbags posteriores (depois de 1997)	-21	(-39; +3)
Condutores com cinto de segurança em colisões frontais			
Mortos	Airbags anteriores (antes de 1997)	-21	(-27; -14)
Mortos	Airbags posteriores (depois de 1997)	-30	(-42; -16)

TABELA 4.14.3: IMPACTOS DE AIRBAGS SEGUNDO O TESTE DE COLISÃO DE MENOR ENERGIA DE IMPACTO EM VEZ DE AIRBAGS SEGUNDO O TESTE DE COLISÃO COM ALTA ENERGIA. VARIACÃO PERCENTUAL NO NÚMERO DE MORTOS.

Gravidade das lesões	Variação percentual no número demortos		
	Usuários /tipos de acidente impactados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Condutores em colisões frontais			
Mortos	Com cinto de segurança	-5	(-6; -4)
Mortos	Sem cinto de segurança	-1	(-8; +7)
Condutores em colisões não frontais			
Mortos	Com cinto de segurança	+2	(-5; +9)
Mortos	Sem cinto de segurança	+8	(+2; +15)
Passageiros em colisões frontais			
Mortos	Com cinto de segurança	-5	(-17; +9)
Mortos	Sem cinto de segurança	-7	(-19; +7)
Crianças em colisões frontais			
Mortos	Segurança infantil não especificada	-60	(-81; -17)

TABELA 4.14.4: IMPACTOS DOS AIRBAGS EM VÁRIOS TIPOS DE CARROS. VARIACÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE CONDUTORES MORTOS.

Gravidade das lesões	Alteração percentual no número de mortos		
	Usuários/tipos de acidente sobre os quais atuam	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Condutores com cinto de segurança em colisões frontais			
Mortos	Veículos grandes/pesados	-37	(-70; +38)
Mortos	Veículos médios/peso médio	-17	(-36; +11)
Mortos	Veículos pequenos/leves	+7	(-25; +27)

Gravidade dos acidentes: A probabilidade de se encontrar um número reduzido de mortos ou gravemente feridos em veículos com airbags é maior em acidentes mais graves. A pesquisa de Meyer & Finney (2005) mostra que os airbags levam a um número maior de fatalidades (em comparação ao número de condutores/passageiros que não morreram por causa do airbag), especialmente em acidentes que não são colisões frontais e acidentes com baixa velocidade. Nenhuma diferença entre lesões em acidentes com e sem airbags em baixa velocidade (abaixo de 30 km/h) foi encontrada na pesquisa de Frampton et al. (2000). Huere et al. (2001) encontraram um impacto maior dos airbags em colisões frontais em altas velocidades. Joksch (1998) encontrou maiores reduções de mortes em colisões mais graves e maior número de mortes em acidentes que não foram colisões, especialmente em baixa velocidade e em veículos com airbags frontais.

Comportamento do condutor: Veículos equipados com airbags são muitas vezes mais caros do que aqueles que não os possuem, e acredita-se que

condutores de diferentes níveis socioeconômicos tenham comportamento de condução diferente (McCartt & Kyrychenko, 2006). Em um estudo da Noruega não foi encontrada nenhuma adaptação comportamental entre os condutores que dirigiam veículos com airbag (Karner & Sætermo, 1996).

Cintos de segurança com limitador de força: Huere et al. (2001) compararam o efeito de airbags quanto à probabilidade de ferimentos graves entre veículos com e sem força (4kN) limitada nos cintos. O impacto dos airbags é maior com limitadores de força (-45%) do que sem eles (-9%).

Aspectos metodológicos das pesquisas: Os resultados incluídos nas tabelas acima podem ser afetados pelas características das pesquisas, tais como o uso de grupos de controle, controle da gravidade dos acidentes (sobre os dados de acidentes que incluem apenas mortes ou todos os tipos de lesão) e quaisquer outros fatores relevantes para a pesquisa. Farmer (2006) mostrou que podem ser alteradas tanto as proporções quanto o registro dos impactos esti-

mados quando variáveis múltiplas são controladas em uma análise estatística.

Impactos nos ferimentos na cabeça: Como mostra a tabela 4.14.1, os airbags reduzem o risco de ferimentos graves. Nestes resultados, não se fez distinção entre as diferentes regiões do corpo. Vários estudos identificaram que os airbags reduzem o risco de lesões na cabeça e no pescoço entre os condutores com cinto de segurança (Barnes et al., 2002; Morris et al., 2001). Fraturas de mandíbula foram reduzidas em aproximadamente 50% a 70%, dependendo do uso do cinto de segurança (maiores reduções com o cinto de segurança) (Mouzakes et al., 2001). Na pesquisa realizada por Lenard et al. (1998) para veículos equipados com airbags, os percentuais de ferimentos graves e ferimentos na cabeça, especialmente fratura craniana, diminuem, enquanto que os percentuais de pequenas lesões e ferimentos no peito e nos braços aumentam. Uma análise de dados de acidentes da Alemanha e da Grã-Bretanha mostrou que airbags reduzem o número de ferimentos graves na cabeça e no rosto (condutores) em acidentes em que o condutor estava utilizando um cinto de segurança e foi gravemente ferido.

Duma et al. (2005) encontraram significativamente menos lesões oculares em acidentes envolvendo airbags com energia reduzida que em acidentes em que o airbag foi acionado com maior energia (anteriores a 1997). Os airbags aumentam o risco de lesões oculares entre condutores e passageiros com óculos.

Em uma pesquisa, a probabilidade de lesões faciais foi reduzida (Frampton et al., 2000), mas aumentou em outras (Barnes et al., 2002; Dalmotas et al., 1996).

Impactos nos ferimentos nos braços: As lesões mais comuns causadas por airbags ocorrem nos braços e nas mãos (Frampton et al., 2000). O aumento do risco de lesões nos membros superiores em veículos com airbags foi identificado em muitas pesquisas;

também entre condutores e passageiros com cinto de segurança (Atkinson et al., 2002; Barnes et al., 2002; Frampton et al., 2000; Jernigan & Duma, 2003; Johnston et al., 1997; Lenard et al., 1998; Morris et al., 2001). As lesões nos braços são, em sua maioria, deslocamentos (Jernigan et al., 2005) e fraturas, que podem ocorrer como resultado do contato direto entre o braço e o airbag ou como um resultado do choque do braço contra o interior do veículo (Johnston et al., 1997). O risco de fratura no braço entre os condutores depende da forma em que seguram o volante (Atkinson et al., 2002).

Impactos nos ferimentos no peito: Matthes et al. (2004) compararam o risco de ferimentos no peito entre os condutores que usam o cinto de segurança em veículos com e sem airbags. O risco de ferimentos no peito é 30% maior entre os condutores de veículos equipados com airbags do que entre os condutores de veículos sem este equipamento. A diferença não é significativa. Lesões no peito estão entre as lesões causadas por airbags que podem ser fatais (Cunningham et al., 2000).

Impacto no número de crianças mortas no banco do passageiro dianteiro: Os impactos dos airbags sobre o número de crianças mortas foram examinados por Kahane (2006), Glass et al. (2000) e Graham et al. (1998). Uma vez que a amostra não é grande, a maioria dos resultados não é significativa. Foi encontrado um número significativo maior de crianças mortas em veículos com airbags em combinação com outros fatores como idade, uso de sistema de retenção e tipo de acidente, como mostra a tabela 4.14.5.

O risco para as crianças pode ser reduzido por intermédio das seguintes medidas (Kahane, 1996):

- as crianças devem sentar-se no banco traseiro;
- quando uma criança está sentada em uma cadeirinha ou em um bebê-conforto voltado para trás no banco do passageiro, o airbag deve ser desligado;

TABELA 4.14.5: IMPACTO DOS AIRBAGS NO NÚMERO DE CRIANÇAS MORTAS. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE CRIANÇAS MORTAS NO BANCO DO PASSAGEIRO DIANTEIRO.

Idade	Tipos de acidentes afetados	Variação porcentual no número de mortos		
		Sistema de retenção infantil	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Abaixo de 1 ano	Colisões frontais	Não especificado	+310	(+68; +898)
De 1 a 5 anos	Colisões frontais	Com sistema de retenção infantil	+92	(+5; +251)
De 1 a 5 anos	Colisões frontais	Sem sistema de retenção infantil	+177	(+53; +403)
De 1 a 5 anos	Todos os acidentes	Sem sistema de retenção infantil	+155	(+6; +512)
De 6 a 10 anos	Colisões frontais	Sem sistema de retenção infantil	+94	(+6; +256)

- estão sendo desenvolvidos sensores de peso para o banco dianteiro do passageiro que possam identificar o peso colocado sobre o assento e desligar o airbag se a carga indicar a presença de uma criança no assento;
- uso de airbags mais suaves.

De acordo com Evans (2004), se as crianças são colocadas no banco traseiro devido ao airbag, isso pode aumentar o risco de acidentes, pois crianças que se sentam atrás distraem o condutor (pais) mais que crianças que se sentam ao lado e na frente. Não foram encontradas pesquisas sobre como os acidentes são influenciados pela posição em que os filhos se sentam no veículo. Pode-se assumir que os resultados que mostram um risco reduzido de ferimentos para crianças que se sentam no banco traseiro incluem tanto o efeito da redução destes ferimentos em caso de acidente quanto o (presumido) aumento do risco de acidentes.

Lesões decorrentes dos airbags: As lesões que podem acontecer quando os airbags frontais inflam podem ser: ferimentos faciais, na cabeça e no pescoço (lesões de pele, fratura craniana, politraumatismos, etc.); lesões nos braços e nas mãos (lesões de pele e fraturas); perda de audição e doenças respiratórias (por causa dos gases do airbag). Em uma pesquisa sobre condutores mortos em veículos com airbags entre 1989 e 1996 (Cammis et al., 2000), 15% (9 de 59) morreram em decorrência de ferimentos causados pelo airbag. Os ferimentos fatais mais comuns causados por airbags são lesões no tórax (dissecção da artéria coronária, por exemplo) e deslocamento das vértebras cervicais (Cunningham et al., 2000).

Estes ferimentos ocorrem frequentemente quando um condutor ou passageiro se senta a uma pequena distância do airbag. Por este motivo, o maior por-

centual de feridos ou mortos devido aos airbags é de crianças e jovens adultos. A distância mínima recomendada é de aproximadamente 25-30 cm. Em muitos modelos de automóveis, a distância fica abaixo deste limite se o banco estiver em sua posição mais para frente possível. As lesões também podem ocorrer quando o airbag infla e o condutor ou passageiro não estão sentados na posição correta (“*out of position*”). Esta é uma possível explicação de por que frequentemente muito mais lesões devido ao airbag são encontradas entre os passageiros do que entre os condutores (Langwieder, Hummelt & Mueller, 1997). Por isso, há tentativas de programarem-se os airbags para que possam detectar os erros posturais e, assim, quando uma posição inadequada for detectada, os airbags não serem acionados. Nos EUA há requisitos definidos para testes de airbags para se avaliar os riscos de lesões para crianças e mulheres mais baixas em posição inadequada.

A NHTSA (1997; citando Graham et al., 2000) estimou que aproximadamente 75 condutores sobrevivem a um acidente por causa do airbag para cada condutor morto por conta do mesmo. Para 5-10 passageiros adultos que sobrevivem a um acidente devido ao airbag, há aproximadamente uma criança morta devido ao equipamento em questão. Estas condições podem vir a ser menos desfavoráveis especialmente para as crianças no banco do passageiro, quando airbags mais macios forem usados e quando o airbag for desligado para que uma criança seja colocada em uma cadeirinha/bebê-conforto no banco da frente.

Kahane (2006) estimou o número de condutores e passageiros mortos que teriam sobrevivido a colisões se não houvesse airbags no veículo. Os resultados são mostrados na tabela 4.14.6. Kahane também comparou o risco de morte de crianças (de 0-12

TABELA 4.14.6: CONDUTORES E PASSAGEIROS MORTOS EM COLISÕES FRONTAIS EM VEÍCULOS COM AIRBAG QUE TERIAM SOBREVIVIDO SEM A PRESENÇA DO AIRBAG (1990-2003, AIRBAGS “RÍGIDOS”; FONTE: KAHANE, 2006).

	Mortos que teriam sobrevivido sem airbag (%)
Criança (0-12 anos)	42%
– abaixo de 1 ano	64%
– 1-5 anos	51%
– 6-10 anos	32%
– 10-12 anos	6%
Adultos (acima de 12 anos) passageiros no banco da frente	0,23%
Condutores, todos	0,27%
Condutores, mulheres acima de 70 anos e abaixo de 1,60 m	4%

anos) em veículos com airbags rígidos e macios. O risco em veículos com airbags rígidos é 5,7 vezes maior que em veículos com airbags macios.

Airbags laterais

O impacto de vários tipos de airbags laterais foram estudados nos Estados Unidos por McCartt & Kyrychenko (2006) e Kahane (2007).

Airbags laterais reduzem o risco de morte em quase todos os acidentes. Os impactos obtidos são maiores quando o uso do cinto não é especificado se comparado aos acidentes em que o uso é controlado. Quando o uso do cinto não é especificado, os resultados podem se dever total ou parcialmente ao impacto positivo do cinto de segurança (geralmente há mais pessoas que usam cintos de segurança em veículos com airbags que em veículos sem airbags). O impacto total para todos os acidentes, por conseguinte, deve ser assumido como sendo um pouco menor que o indicado na tabela. O impacto é maior quando a maioria dos airbags de tórax é combinada com airbags de cortina.

Os resultados das análises de acidentes que foram realizadas nos EUA e na Alemanha sugerem que os airbags laterais não causam lesões que não teriam ocorrido sem eles (Gehre, Kramer, Schindler, 2003; Yoganandan et al., 2007). Testes de colisão mostram que os airbags laterais são menos perigosos para as crianças que os airbags frontais, mas, dependendo de

como os airbags são projetados, o pescoço ou a coluna vertebral ainda podem estar suscetíveis a lesão. Nos testes de colisão foram encontradas reduções significativas nos ferimentos na cabeça em veículos com airbags de cortina (Kahane & Tarbet, 2006).

Outros airbags

A maioria dos airbags infla em caso de colisão. Somente nos últimos anos foram desenvolvidos sistemas detectores de capotamento conectados aos airbags para que os airbags também inflam em caso de capotamento (Breitmaier & Licht, 2003).

Para a proteção das pernas, joelhos e pés contra lesões causadas pelo choque com o interior do veículo, estão sendo desenvolvidos airbags de vários tipos para os membros inferiores (passivo), que absorvam qualquer impacto físico. Nas pesquisas por meio de testes de colisão, o airbag para os pés é capaz de reduzir o número de lesões nos pés em até 80% no caso de colisões graves (Kippelt et al., 1998). Outro estudo não encontrou nenhuma lesão nos joelhos decorrente de airbags de joelho em colisões frontais com postura incorreta nos assentos (Schroeder & Bosch, 2005).

Impacto na mobilidade

Os airbags não têm nenhum impacto documentado na mobilidade.

TABELA 4.14.7: IMPACTO DOS AIRBAGS LATERAIS NO NÚMERO DE CONDUTORES E PASSAGEIROS ADULTOS MORTOS EM CASO DE ACIDENTE. VARIAÇÃO PORCENTUAL DA PROBABILIDADE DE LESÕES.

Gravidade das lesões	Variação porcentual no número de feridos		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Condutores mortos	Todos os acidentes (uso do cinto de segurança não especificado)	-32	(-42; -20)
Condutores mortos	Colisões (uso do cinto de segurança não especificado)	-34	(-54; -6)
Condutores mortos	Acidentes com um único veículo (uso do cinto de segurança não especificado)	-12	(-26; +5)
Condutores/passageiros mortos	Colisões (uso do cinto de segurança controlado)	-11	(-22; +2)
Condutores/passageiros mortos	Colisões laterais, choque no lado do condutor/passageiro (uso do cinto de segurança controlado)	-22	(-28; -15)
Condutores/passageiros mortos	Colisões laterais, choque no lado oposto ao condutor/ passageiro (uso do cinto de segurança controlado)	-20	(-34; -4)
Condutores/passageiros mortos, lançados para fora do veículo	Colisões laterais (uso do cinto de segurança controlado)	-11	(-31; +15)

Impacto no meio ambiente

Após a inflagem dos airbags, o hidróxido de sódio é liberado e, após a reação com o ar, ele forma um pó. Este pó é inofensivo.

Custos

Não há dados relativos aos custos dos airbags na Noruega. Os preços de varejo de veículos com e sem airbags são enganosos, de modo que a carga tributária em relação aos veículos distorcem os custos socioeconômicos da medida (isso se aplica mesmo que os airbags sejam isentos de encargos fiscais extras).

Em um estudo anterior sobre os impactos de combinações de medidas de segurança viária (Christensen, 1991), o custo socioeconômico da montagem de um airbag foi estimado em cerca de NOK 5.000.

Evans (2004) estima o custo de substituição dos airbags dianteiros, após terem sido acionados, em cerca de USD 1.000 para o airbag do passageiro e USD 1.200 para o airbag do condutor. Reconhece-se que o vidro da janela, em muitos casos, é quebrado pelo airbag e também tem que ser substituído. O número médio de airbags acionados por ano é estimado em 0,007 para airbags do condutor e 0,003 para airbags do passageiro da frente. O preço para equipar um veículo novo com airbag não foi fornecido. Além disso, de acordo com Evans (2004), surgem vários outros custos: aumento do preço do seguro, encaixe dos airbags, desconexão do airbag para crianças ou passageiros jovens e reparos. Em 1993, o custo de instalação do airbag foi estimado em USD 278 (NHTSA).

Avaliações de custo-benefício

Foram realizadas análises de custo-benefício para a instalação de airbags dianteiros e laterais (de tórax e de cortina) em todos os veículos. Os custos de instalação dos airbags em veículos novos são desconhecidos. Estimou-se qual seria o custo máximo para a rentabilidade da instalação de airbags em todos os veículos novos. Os cálculos foram feitos dentro das seguintes premissas: airbags frontais reduzem o número de mortos ou feridos graves em 15% ou em 5% entre condutores e passageiros que usam o cinto de segurança, cujo uso médio é de 90%. Os airbags laterais reduzem o número de mortos ou feridos graves em 20% ou 10%. Nenhum impacto foi estimado sobre o número de feridos leves. Os bene-

fícios do airbag dianteiro são maiores que os custos, apenas se os custos não forem maiores que NOK 4.680, quando o número de mortos ou feridos graves diminuir em 15%. Correspondentemente, caso o número de mortos ou feridos graves diminua em 5%, os custos serão de NOK 2.400. Os benefícios dos airbags laterais são maiores que os custos, se os custos não ultrapassarem NOK 10.700 e se o número de mortos ou gravemente feridos diminuir em 20%, ou ainda NOK 5.350, se o número de mortos ou feridos graves diminuir em 10%.

Veículos com airbags laterais geralmente são equipados com airbags frontais também. Não se sabe se os impactos de airbags frontais e laterais podem ser somados ou se os impactos dos airbags laterais são menores (ou maiores) em veículos com airbags frontais que em veículos sem esses airbags.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os airbags atualmente não são obrigatórios na Noruega, mas são itens de série na maioria dos veículos novos. Cabe ao comprador escolher um veículo equipado com airbags. Uma eventual obrigatoriedade da instalação de airbags nos veículos deve antes ser incorporada aos regulamentos técnicos internacionais para veículos. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega participa ativamente de comitês técnicos da União Europeia e das Nações Unidas (regulamentação UNECE). Os testes de acordo com o EURO-NCAP fornecem boas avaliações quanto à segurança interna dos veículos. Este teste leva em consideração toda a estrutura do veículo, e não somente os airbags isoladamente. Isso proporciona uma melhor avaliação do que aquela em que fossem considerados apenas os requisitos de instalação destes airbags.

Requisitos e procedimentos formais

Atualmente não há exigências técnicas formais para airbags na Noruega. Se houver necessidade que requisitos técnicos sejam formulados, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega será a entidade responsável. Os requisitos devem ser concebidos em conformidade com os acordos internacionais e consultas junto à indústria automobilística. A Noruega é, neste contexto, vinculada ao Acordo EEE.

Responsabilidade pela execução da medida

O comprador escolhe se deverá comprar um veículo com ou sem airbag. Quaisquer requisitos técnicos para uma liminar deverão ser adotados pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

4.15 CINTOS DE SEGURANÇA EM VEÍCULOS PESADOS

O capítulo foi revisado em 2013 por Alena Høyev (TØI)

Em veículos pesados, o uso de cintos de segurança continua menos habitual que em veículos leves. Entre os passageiros de ônibus, o percentual é ainda menor. As estatísticas mostram que o percentual entre todos os mortos ou feridos é significativamente mais elevado entre pessoas em veículos pesados que não usavam o cinto de segurança do que entre aqueles que o usavam, principalmente entre os condutores. Estudos empíricos mostram que o uso do cinto de segurança entre os condutores de veículos pesados reduz o risco de ser ferido em um acidente em 40%. Entre os passageiros de ônibus também foram encontrados efeitos de redução de lesões, especialmente para as lesões graves, mas este impacto não pôde ser quantificado.

Problema e finalidades

De forma geral, em caso de acidente os veículos pesados, por suas dimensões, proporcionam melhor proteção para o condutor e os passageiros do que os veículos menores. Em comparação com outros tipos

de veículos, é relativamente mais raro que ocupantes de veículos pesados sejam mortos ou gravemente feridos. No entanto, o risco de lesão, especialmente de lesão grave, é maior para pessoas sem cinto de segurança, mesmo em veículos pesados. Nos ônibus, os passageiros muitas vezes não usam cintos de segurança e são, portanto, suscetíveis a lesões resultantes do choque contra o interior do ônibus ou por serem jogados para fora do ônibus, ou mesmo a machucar os outros passageiros. Acidentes em que há ônibus envolvidos podem levar a um número muito elevado de lesões, justamente por haver muitas pessoas a bordo. Até agora, no pior acidente de ônibus na Noruega, em 1988, 15 pessoas foram mortas.

A tabela 4.15.1 mostra o percentual de mortos e severamente feridos (M/SF) entre condutores e passageiros, em ônibus e caminhões, tanto no total quanto com a distinção de com e sem o cinto de segurança (o uso do cinto é desconhecido para grande parte dos casos de mortes ou ferimentos graves). Os números se baseiam nos dados de acidentes do Escritório Central de Estatística (2007-2011). A coluna “risco de ser M/SF com cintos de segurança” mostra a redução calculada do risco de morte ou ferimentos graves (ao invés de ferimentos leves) usando-se cinto de segurança. Isso não pode ser interpretado como um efeito do cinto de segurança, pois não foram examinados quaisquer outros fatores (tais como o tipo de veículo pesado ou o ambiente viário).

Nos ônibus, o risco dos passageiros não está só relacionado a acidentes de trânsito, mas também à frenagem brusca e aos movimentos de conversão que podem fazer com que os passageiros, particularmente aqueles em pé, sejam atirados contra o interior do ônibus, uns contra os outros ou caíam do

TABELA 4.15.1: CONDUTORES E PASSAGEIROS MORTOS E FERIDOS EM ACIDENTES COM FERIDOS REGISTRADOS PELA POLÍCIA EM ÔNIBUS E CAMINHÕES, ENTRE 2008 E 2012, E OS PORCENTUAIS DE MORTOS OU FERIDOS GRAVES (M/SF).

	Mortos / feridos por ano	Porcentual M/SF	Porcentual com uso de cinto constatado	Porcentual M/SF		Risco de ser M/SF com cinto
				Com cinto ¹	Sem cinto ¹	
Ônibus: Condutores	18,6	6,5%	16,7%	0,0%	8,35	
Ônibus: Passageiros	65,2	6,7%	40,9%	4,5%	6,4%	-29,2%
Caminhões Condutores	173,4	13,7%	38,2%	9,2%	24,5%	-62,6%
Caminhões Passageiros	25,8	14,0%	43,4%	10,3%	17,6%	-41,9%
Todos os veículos pesados: Condutores	192	13,0%	37,6%	8,7%	22,8%	-61,8%
Todos os veículos pesados: Passageiros	91	8,8%	40,0%	7,2%	7,9%	-8,9%
Todos os veículos pesados: Todos (condutores e passageiros)	283	11,7%	38,2%	8,35	15,0%	-44,4%

¹ Somente sem airbags.

assento. Uma pesquisa a respeito de lesões em viagens de ônibus entre 1985 e 1986 (Vaa, 1993), com base no registro de vítimas do Instituto Nacional de Saúde Pública, estimou que o número real de lesões entre os passageiros de ônibus é cerca de três vezes maior do que o apresentado nas estatísticas oficiais de acidentes e que mais de um terço do número real corresponde a passageiros que são feridos em outros acidentes que não nos rodoviários.

O uso do cinto de segurança em veículos pesados (caminhões e ônibus) deve reduzir a probabilidade de lesões para o condutor e passageiros e/ou torná-las menos graves.

Descrição da medida

A instalação e a utilização do cinto de segurança de três pontos atualmente são exigidas para todos os veículos pesados, no banco do condutor e dos passageiros (exceção ao cinto abdominal de dois pontos, permitido em alguns casos). Os ônibus também devem ter o cinto de segurança de três pontos no banco do motorista, enquanto os outros lugares, via de regra, devem ter pelo menos cinto abdominal (exceto ônibus urbano). As regras estão descritas no Capítulo 16 da Regulamentação de Veículos. Quando houver cinto de segurança, ele deverá ser utilizado. Em caso de não-uso ou ausência de cintos de segurança, a polícia ou a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega impõem uma multa de NOK 1500. O condutor é responsável pela segurança de pessoas menores de idade, sendo criminalmente responsável em caso de acidente (15 anos).

O uso de cintos de segurança aumentou consideravelmente entre os condutores de veículos pesados. No início da década de 1980 (Fosser, 1984), o cinto de segurança era instalado em apenas 10% dos bancos de condutores de caminhões. Hoje provavelmente em quase todos os veículos pesados há cintos de segurança no banco do condutor e dos passageiros da frente. A taxa de condutores de veículos pesados que utiliza os cintos de segurança era de 60,5% em 2011 e 70% em 2012, de acordo com pesquisas situacionais da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Os resultados são baseados em registros de áreas fora das zonas urbanas. Não há informações sobre o uso de cintos de segurança entre os passageiros de veículos pesados. Comparativamente, o uso de cinto em veículos leves é 90% maior.

Impacto sobre os acidentes

Cintos de segurança para condutores de veículos pesados

O efeito do uso do cinto de segurança na gravidade dos ferimentos em acidentes envolvendo veículos pesados foi pesquisado nos seguintes estudos:

Chen & Chen, 2011 (EUA);
Mir et al., 2012 (Paquistão);
Bunn et al., 2013 (EUA) e
Hu & Blower, 2013 (EUA).

Todos os estudos verificaram que os cintos reduzem o risco de lesões e a maioria dos efeitos apresenta resultados estatisticamente significativos. No geral, mostram que o risco para condutores de caminhão de serem feridos em um acidente diminui em 42% [-61; -14], e o risco de morte diminui em 47% [-73; 5]. O efeito parece ser maior para os acidentes mais graves que para os acidentes menos graves, mas há apenas alguns resultados relativos exclusivamente à gravidade do acidente. Islam & Hernandez (2012) também encontraram um efeito maior na redução dos acidentes com lesões mais graves, mas sem que o impacto pudesse ser quantificado. Zhu & Srinivasan (2011), porém, não encontraram nenhum efeito significativo do uso do cinto entre os condutores de caminhão. Estudos mais antigos (parte publicados e parte baseados em simulações) estimaram que cintos de segurança em veículos pesados reduzem o risco de lesão entre 20 e 80% (Simon et al., 2001).

Cinto de segurança para passageiros de ônibus

Existem poucos estudos que avaliaram o efeito do cinto para os passageiros de ônibus. Estudos aprofundados em relação aos acidentes de ônibus concluíram que muitas das lesões mais comuns entre os passageiros provavelmente poderiam ter sido evitadas com o uso de cintos de segurança (Albertsson et al., 2006; Chang et al., 2006). A razão é que muitos ferimentos graves ocorrem quando os passageiros são atirados contra o interior do próprio ônibus, contra passageiros ou para fora do ônibus. Um estudo de simulação (Gueler et al., 2009) apontou que os passageiros de ônibus sem cinto têm alto risco de ferimentos graves em acidentes de capotagem, de modo que este risco diminui significativamente com o uso do cinto. O impacto do cinto de dois e de três pontos foi praticamente o mesmo. Chu (2014) indicou, com a ajuda de modelos multivariados, que

o uso de cinto reduz o risco de lesões graves entre os passageiros de ônibus, mas o impacto não foi quantificado. Comparando-se os percentuais com e sem cintos de segurança, entre mortos e outros passageiros de ônibus (e condutores), não se encontra, entretanto, nenhum efeito de redução de ferimentos devido ao uso do cinto de segurança.

Segundo Mátyás (2013), cintos para passageiros de ônibus podem ter efeitos não esperados em acidentes de capotagem. Entre outros problemas, em capotamentos pode haver enforcamento se o cinto ficar travado. O estudo mostra, também, que o uso dos cintos nem sempre pode evitar que os passageiros sejam parcialmente jogados contra as janelas laterais.

Impacto na mobilidade

Não foram encontrados estudos que mostrassem como o uso do cinto de segurança nos veículos pesados impactaria a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontrados estudos que mostrassem como o uso do cinto de segurança nos veículos pesados impactaria o meio ambiente.

Custos

Não foram encontrados valores dos custos dos cintos de segurança para veículos pesados na Noruega.

Avaliações de custo-benefício

Não existe informação suficiente para fazer análises de custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a instalação e utilização do cinto de segurança em veículos pesados pode ser tomada pela indústria automobilística e de transporte, assim como por organizações de ônibus turísticos ou pelas autoridades locais. Qualquer decisão deve ser tomada pela Agência Nacional de Administração de

Vias Públicas da Noruega, que é responsável pelo projeto de regulamentação dos veículos.

Requisitos e procedimentos formais

Requisitos para a instalação de cintos de segurança são especificados no Capítulo 16 da Regulamentação de Veículos. Se existirem no veículo, os cintos devem ser usados.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável pela concepção da regulamentação no que diz respeito aos veículos. O indivíduo usuário da via é responsável por cumprir a exigência de utilização do cinto de segurança.

4.16 PROTEÇÃO CONTRA COLISÃO EM VEÍCULOS DE PASSEIO

O capítulo foi revisado em 2013 por Alena Høy (TØI)

A probabilidade de ferimentos (graves) em acidentes depende, em grande parte, da proteção interna que o veículo possui contra colisões. Programas de teste para automóveis novos, como, por exemplo, o Euro NCAP, examinaram os sistemas internos de proteção contra colisão em testes de colisão padronizados. Os resultados desses testes, juntamente com uma série de estudos empíricos, apresentaram relação entre a gravidade dos acidentes reais e os resultados de laboratório; ou seja, automóveis com bons resultados nos testes em geral oferecem melhor proteção para as pessoas. Da mesma forma, automóveis com bons resultados causam aos pedestres lesões menos graves em atropelamentos. Esta relação, no entanto, não é “perfeita”, entre outros motivos porque nos testes não é possível reconstruir todas as situações possíveis de acidentes.

Problema e finalidades

Os veículos de passeio estão envolvidos na maioria dos acidentes de trânsito. Usuários de veículos de passeio (condutores e passageiros) totalizaram, nos anos de 2008 a 2012, 56% de todos os mortos ou feridos graves e 69% dos feridos leves nos registros de acidentes com vítimas da polícia norueguesa.

A taxa de todos os feridos ou mortos em automóveis diminuiu de 4,8% em 1970 para 2,3% no período 1990-2000, e de 1,9% no período 2001-2010 para 1,5% no período 2011-2012. A taxa de mortos ou feridos graves diminuiu de 11,5% no período 1991-2000 para 8,7% no período 2000-2010 e, ainda, para 8,2%, no período 2011-2012. Isso ocorreu mesmo apesar do fato de o peso e a velocidade dos veículos terem aumentado durante esse período. Informações das companhias de seguros sugerem que há uma taxa crescente de acidentes de trânsito envolvendo apenas danos materiais.

Uma estrutura de proteção interna contra colisão inclui todas as propriedades da montagem dos veículos que visam reduzir as lesões dos ocupantes do veículo durante um acidente. As características dos automóveis que influenciam na gravidade dos atropelamentos de pedestres ou outras lesões junto à segunda parte envolvida na colisão também podem ser consideradas como estrutura de proteção contra colisão.

Os capítulos 4.19 e 4.22 descrevem como as características de um veículo afetam o risco de lesão em outro veículo em uma colisão.

Descrição da medida

A proteção interna contra colisão é composta por uma série de características do automóvel que afetam a probabilidade de que o condutor ou passageiros sejam gravemente feridos em um acidente. Os ocupantes do veículo podem ser feridos em choques contra as partes internas do veículo, tais como volante, painel, vidros das janelas, colunas A e B, etc. A quantidade de impacto que um veículo consegue absorver em um choque e a quantidade de espaço que sobra quando o mesmo é deformado pelo choque depende da construção da carroceria. Idealmente, a carroceria deve absorver o maior impacto possível, ao mesmo tempo em que protege os ocupantes do esmagamento ou perfuração por objetos. É mais difícil conseguir uma boa proteção contra colisões em impactos laterais que em colisões frontais. Em colisões frontais, em princípio toda a frente do veículo pode ficar deformada sem que os ocupantes necessariamente sejam feridos. No entanto, as chances de sobreviver a uma colisão frontal em alta velocidade são pequenas, não somente pela deformação do veículo (que de qualquer forma pode ser muito grande a ponto de restringir a possibilidade de sobrevivência), mas também pela

energia cinética (Wood et al., 2007). Em colisões a uma velocidade muito alta, a energia cinética pode ser tão grande que as pessoas no veículo acabam não conseguindo sobreviver, não importa quão bem o veículo as proteja.

Esta seção descreve os resultados de testes padrão de colisão, melhorias gerais de proteção interna contra colisão e algumas outras características dos automóveis no tocante à probabilidade de ferimentos graves.

Testes de colisão. Nos testes de colisão, as forças que atuam sobre o condutor e os passageiros durante uma colisão são medidas por meio da utilização de corpos de prova/manequins padronizados. Nos EUA, todos os automóveis novos são testados de acordo com os critérios definidos pelo NCAP (Programa de Avaliação de Carros Novos). Na Europa, os automóveis também devem cumprir uma série de requisitos de segurança. Além disso, muitos automóveis são voluntariamente testados pelo Euro NCAP (Programa Europeu de Avaliação de Carros Novos). O Euro NCAP existe desde 1997. As seguintes características internas de proteção contra colisão dos automóveis foram testadas:

- Proteção do condutor/passageiros adultos: impacto frontal, impacto lateral, teste de funilaria, teste de impacto traseiro ou *whiplash* (desde 2008);
- Proteção dos pedestres: atropelamento de adultos e crianças;
- Proteção de crianças passageiras: impactos frontais e laterais com manequins simulando crianças de 18 meses e 3 anos de idade, possibilidade de instalação de um assento infantil para automóvel (estrutura do banco e orientação; desde 2003);
- “Assistência de segurança”: controle eletrônico de estabilidade (antiderrapagem), avisos de cinto de segurança, limitador de velocidade (desde 2009).

Estas propriedades foram avaliadas primeiramente de acordo com uma escala de 1 a 4 estrelas. Desde 2001, as propriedades são avaliadas de 1 a 5 estrelas (exceto proteção de pedestres). Desde 2009, foi dada uma classificação global de 1 a 5 estrelas com base em pontuações para cada uma das quatro propriedades individuais listadas. A classificação geral é sempre dada com uma data, pois os critérios para a distribuição das estrelas podem ser alterados ou adaptados de acordo com o desenvolvimento técnico ao longo do tempo.

Nos Estados Unidos, foram realizados testes de acordo com as orientações emitidas pelo NHTSA (USNCAP) e IIHS. Ambos os testes são testes frontais com veículos equipados com *airbags*. Na Austrália, também foram realizados testes de colisão frontal (ANCAP).

Melhorias gerais na proteção interna dos automóveis. Ao longo das últimas décadas, tem havido melhorias significativas na proteção interna dos automóveis contra colisão. Uma evidência disso é o fato de que os automóveis mais novos são mais seguros que os automóveis mais antigos.

Características dos automóveis. As medidas que ajudaram a melhorar a proteção interna dos automóveis contra colisão nos anos 1960, 70 e 80 e que foram pesquisadas em estudos empíricos de acidentes são as seguintes:

- *Coluna de direção flexível*, que não pressiona o compartimento em colisões frontais, tornou-se padrão em automóveis americanos a partir do final dos anos 1960 e hoje é exigida em todos os automóveis;
- *Para-brisa laminado*, concebido a partir de várias lâminas finas de vidro sobrepostas umas às outras para evitar estilhaços de vidro em caso de acidentes;
- Melhor *fixação do para-brisa*, visando evitar seu desprendimento durante acidentes, o que reduz o risco de o condutor e os passageiros serem jogados para fora do carro;
- *Acolchoamento e mudança da localização do painel de controle*, com a finalidade de reduzir a probabilidade de ferimentos graves quando o condutor ou passageiro ficam presos nos automóveis em um acidente;
- *Apoios de cabeça*, para impedir o movimento da cabeça para trás em acidentes como colisões traseiras e reduzir a probabilidade de lesão no pescoço;
- *Trancas de segurança*, para prevenir que as portas se abram involuntariamente durante um acidente, o que reduz a probabilidade de os ocupantes serem atirados para fora do carro;
- *Vigas nas portas*, para proteger contra danos causados por colisões laterais, aumentando a resistência das portas à deformação;
- *Suportes de teto*, para evitar que ele seja pressionado em caso de capotamento e queda sobre o próprio teto.

Os resultados destas medidas não podem ser analisados em detalhes porque atualmente elas são padrão em todos os automóveis.

Impacto sobre os acidentes

Testes de colisão

Uma série de estudos examinou a relação entre os resultados dos testes de colisão e o risco de ferimentos graves ou fatais entre condutores e passageiros. Os resultados diferem muito, o que pode ser explicado, em parte, por deficiências ou diferenças metodológicas entre alguns estudos. De um modo geral, existem dois tipos de estudos.

O primeiro grupo de estudos **comparou os resultados dos testes de colisão com o risco de lesão/morte em acidentes semelhantes aos testados**. Na maioria dos estudos, constatou-se que o risco de lesões graves e fatais é mais baixo em automóveis com melhores resultados nos testes (Zador et al., 1984; Jones & Whitfield, 1988). Segundo Kahane (1994), os condutores de automóveis que têm bons resultados nos testes têm risco de 20% a 25% menor de serem mortos em comparação com os condutores de automóveis com resultados ruins nos testes. Apenas um estudo não encontrou diferenças na gravidade dos ferimentos entre os carros com resultados diferentes no USNCAP (Nirula et al., 2004).

Foram encontrados vários estudos que examinaram a relação entre os resultados do Euro NCAP e a gravidade dos acidentes semelhantes aos testes de colisão. Fails & Minton (2001) e Frampton et al. (2004) apontam que as lesões nos acidentes geralmente estão de acordo com os resultados dos testes do Euro NCAP. Ambas as pesquisas se baseiam em dados de estudos aprofundados dos acidentes com vítimas no Reino Unido. Em nenhum dos estudos foi feita análise estatística da relação entre os resultados do teste Euro NCAP e a gravidade do acidente. Newstead et al. (2005) mostraram que a gravidade média do acidente é um pouco menor para veículos com mais estrelas que com menos estrelas. O estudo baseia-se em acidentes registrados pela polícia e nele houve controle do peso dos automóveis. Seguí-Gomez et al. (2010) estudaram a relação entre o desempenho no teste Euro NCAP de colisão frontal e a gravidade das lesões para cada parte do corpo ocorridas nas mesmas condições e com base no mesmo banco de dados utilizado por Fails & Minton (2001) e Frampton et al. (2004), com dados de 1996 a 2008. Os ocupantes de automóveis com melhores pontuações no Euro NCAP tiveram, em média, um grau de lesão um pouco menor que as pessoas em automóveis com piores resultados (5% menos mortes por estrela, porém o resultado não é estatisticamente

significativo). Para certas partes do corpo não foram encontradas quaisquer relações significativas entre os resultados do teste e a gravidade das lesões.

Os resultados destes estudos não podem necessariamente ser transferidos para outros tipos de acidentes. Automóveis novos são, muitas vezes, mais adaptados às exigências dos testes NCAP e, portanto, não há certeza de que os automóveis que oferecem boa proteção em experimentos de colisão específicos forneçam a mesma proteção em acidentes em geral. Em alguns casos, as melhorias que são adaptadas em consequência dos testes de colisão NCAP até mesmo fazem com que os automóveis ofereçam menos proteção em outros tipos de acidentes ou para pessoas maiores ou menores que os manequins usados nas simulações (Samaha et al., 2010).

O segundo grupo de estudos pesquisou **a relação entre os resultados em testes de colisão e o risco de ferimentos e mortes em acidentes em geral**. Esses estudos são geralmente baseados em muitos acidentes. Três estudos mais antigos não encontraram nenhuma relação (Campbell, 1982; Grush et al., 1983; Stewart & Rodgman, 1985). Estudos recentes mostraram que os resultados dos testes estão relacionados principalmente para as lesões graves. A figura 4.16.1 mostra a relação entre os resultados dos testes e o risco relativo de morte ou ferimento grave encontrada nos seguintes estudos:

Lie & Tingvall, 2002 (Euro NCAP);
Newstead et al., 2002 (USNCAP, IIHS resultado total);
Farmer, 2005 (IIHS resultado total);
Harless & Hoffer, 2007 (USNCAP);
Page et al., 2009 (Euro NCAP) e
Kullgren et al., 2010 (Euro NCAP).

O risco que se tem em automóveis com quatro estrelas para todos os estudos foi fixado em 1. O IIHS classifica a segurança como “pobre”, “marginal”, “aceitável” ou “boa”. O valor “aceitável” é aqui definido como igual a 4 estrelas, de acordo com o Euro NCAP e o USNCAP. Esta é apenas uma aproximação e não há precisão ao igualar o número de estrelas da classificação do USNCAP com o do Euro NCAP. Por isso, não são estimados efeitos combinados. Todos os resultados do programa Euro NCAP foram considerados a partir do sistema de avaliação posterior a 2009, baseados nos testes de impacto frontal e lateral.

A figura 4.16.1 mostra que todos os estudos encontraram uma tendência de melhores resultados de teste associada a menores riscos de morte e ferimentos graves nos acidentes reais, mas que a relação nem sempre é grande no mesmo sentido (a maioria das curvas tem pequenas oscilações). Newstead et al. (2002) mostraram haver uma relação entre os resultados dos testes e a gravidade dos ferimentos quando se combinam os resultados de testes do USNCAP e do IIHS, mas isso não acontece para

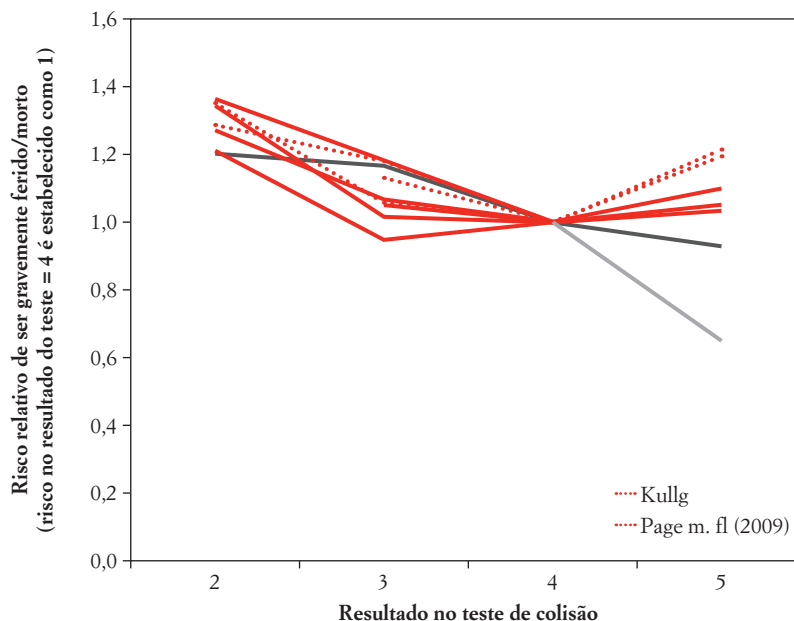


Figura 4.16.1: Relação entre os resultados em experimentos de colisão e o risco de morte ou lesão grave em todos os acidentes ou colisões.

todos os testes. Os resultados são mais expressivos quando combinados com o risco de morte e lesão em impacto frontal do que em acidentes em geral. Os resultados do teste não apresentam nenhuma relação com ferimentos mais leves, segundo Pequenas e Tingvall (2002) e Harless & Hoffer (2007). Estudos realizados na Austrália (Newstead & Cameron, 1997, 1999; não apresentados na figura 4.16.1), encontraram uma forte relação entre os resultados dos testes de colisão australianos (ANCAP) e o risco de morte ou lesão em um acidente.

Os resultados para os testes do Euro NCAP estão detalhados na tabela 4.16.1. Os resultados mostram consistentemente que mais estrelas significa menor risco de lesões e que a relação entre o número de estrelas e o risco de lesão é maior para lesões mais graves.

Baseados em todos os resultados de Kullgren et al. (2010), Elvik et al. (2014) estimaram que em 2012 haveria 10% a mais de mortos ou gravemente feridos em automóveis se todo o fluxo de trânsito não fosse composto por veículos com quatro ou cinco estrelas Euro NCAP; ao contrário: o número teria permanecido inalterado, como no nível de 2000. Estima-se que a taxa de todo o fluxo realizado pelo tráfego de veículos, com quatro ou cinco estrelas, tenha aumentado de 7% em 2000 para 71% em 2012.

A relação entre os resultados Euro NCAP para **proteção de pedestres** e a gravidade dos ferimentos entre eles foi examinada por Strand Roth et al. (2011). Os resultados mostram que pedestres atropelados por automóveis com duas estrelas relativas à proteção de pedestres têm 17% menor risco de lesões AIS2+ e 28% menor risco de lesões AIS3+ que os pedestres que foram atingidos por automóveis com uma estrela quanto à proteção de pedestres. O resultado de AIS2+ é estatisticamente significativo,

entretanto o de AIS3+, não. O risco de lesão permanente também é significativamente inferior ao ser atropelado por automóvel com duas estrelas. Este fato aplica-se a acidentes em vias com limite de velocidade de 50 km/h ou inferior. Em vias com limites de velocidade mais elevados, não há nenhuma relação. Para automóveis com três ou quatro estrelas, não há nenhum resultado.

Melhorias gerais da proteção interna dos automóveis contra colisão

Foram encontrados quatro estudos que examinaram a relação entre o ano de registro do veículo e o risco de lesão, com o controle de uma série de variáveis de confusão e outras mudanças ao longo do tempo. Desses, três estudos concluíram que automóveis novos são mais seguros (Martin e Lenguerand, 2008; Broughton, 2003; Broughton, 2008), enquanto o quarto estudo concluiu que automóveis mais antigos são mais seguros (Fosser et al., 2000). Um quinto estudo (Anderson et al., 2013) examinou as colisões entre dois automóveis de diferentes anos de registro em que um dos condutores foi morto. Os resultados demonstram que é geralmente o condutor do automóvel mais velho que morre ou fica gravemente ferido, enquanto para o condutor do automóvel mais novo na maioria dos casos não há morte ou lesão. A explicação para que os automóveis mais novos pareçam mais seguros é que provavelmente a proteção interna contra colisão tenha melhorado ao longo dos tempos. Os condutores também podem sofrer alterações comportamentais. Os condutores de carros mais antigos podem dirigir com maior cautela, o que poderia explicar os resultados encontrados em Fosser et al. (2000).

A tabela 4.16.2 mostra o risco de morte e lesões para automóveis de diferentes anos de registro com base nos quatro estudos. O risco estabelecido para

TABELA 4.16.1: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DO EURO NCAP (TESTES DE COLISÃO FRONTAL E LATERAL) E O RISCO DE SER GRAVEMENTE FERIDO OU MORTO EM COLISÕES ENTRE DOIS AUTOMÓVEIS.

Estrelas	Kullgren et al., 2010 (colisões entre dois automóveis)			Lie & Tingval, 2002 (colisões entre dois automóveis)	Page et al. (2009) (todos os acidentes)	
	Lesão	Lesões graves /morte	Morte	Lesões graves /morte	Lesão	Lesões graves/morte
5	0,89	0,93	0,47		0,83	0,65
4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	0,99	1,17	1,21	1,18		
2	0,99	1,20	1,51	1,36		
1				1,55		

o grupo de automóveis antigos em cada um dos estudos é estabelecido em 1. Os resultados de Fossier et al. (2000) sugerem, em contraste com os outros estudos, que o risco aumenta para anos de registro mais recentes quando as pesquisas controlam a quilometragem anual, a idade dos proprietários, o sexo e o local de residência. Broughton (2003) estimou o número de mortos e feridos graves em acidentes em 1990 e 1998, sob o pressuposto de que a segurança do automóvel fosse alterada desde 1980 e mostra que o número real de acidentes caiu em relação às estimativas. Martín e Lenguerrand (2008) estudaram a relação entre a idade dos veículos e a probabilidade de o condutor ser gravemente ferido ou morto em uma colisão frontal. Os resultados mostram que o risco de ser morto aumenta com a idade do veículo. Uma série de outros fatores foi controlada, incluindo o peso e a potência do motor de ambos os veículos colididos, idade e sexo dos dois condutores, ponto de impacto e tipo de via. Broughton (2008) estimou o risco de morte em uma colisão entre dois automóveis, verificando controles como ano de registro e tamanho dos dois automóveis. Os resultados mostram que o risco de ser morto ou gravemente ferido no próprio automóvel diminui em veículos mais novos (tabela 4.16.2), enquanto o risco de ser morto ou gravemente ferido no outro veículo aumenta (resultados não mostrados na tabela 4.16.2). Isso significa que os automóveis mais novos tornaram-se mais “agressivos” em colisões com outros automóveis.

Bilston et al. (2010) examinaram como as melhorias internas contra colisão dos automóveis afetaram o risco de lesões graves nos bancos frontais *versus* bancos traseiros. Os resultados mostram que os bancos da frente se tornaram relativamente mais seguros ao longo do tempo. Enquanto o risco de

ferimentos graves em automóveis entre 1990 e 1996 era basicamente o mesmo nos bancos frontais e traseiros para pessoas acima de 15 anos de idade, o risco em automóveis entre 1997 e 2007 foi maior nos bancos traseiros. Para pessoas com idades entre 9 a 15 anos, os resultados mostram que, entre todos os lugares dos automóveis, os assentos traseiros são mais seguros, mas que a diferença no geral entre os traseiros e os dianteiros tornou-se menor ao longo do tempo.

Impacto na mobilidade

Não há evidência de qualquer impacto da proteção interna contra colisão no que diz respeito à mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Algumas medidas para uma melhor proteção interna contra colisão aumentam o peso do veículo. Aumentar o peso dos veículos aumenta o consumo de combustível, e as emissões estão diretamente relacionadas ao consumo de combustível.

Custos

Não há dados relativos aos custos das medidas descritas neste capítulo. A proteção interna contra colisão é essencialmente parte da montagem do veículo e os custos, portanto, não podem ser separados dos custos do mesmo. O preço do automóvel não é um bom indicador dos custos, porque há muitos outros fatores que afetam os preços dos automóveis, tais como impostos e demanda. Tampouco foram

TABELA 4.16.2: RISCO RELATIVO DE SER FERIDO/MORTO EM ACIDENTES COM AUTOMÓVEIS DE DIFERENTES ANOS DE REGISTRO.

	Fossier et al. (2000)		Broughton (2003)		Martín e Lenguerrand (2008)		Broughton (2008)	
	Ano de registro	Psu ¹	Ano de registro	Psu ²	Ano de registro	Mortos ³	Ano de registro	Morto ⁴
Idade	1962-70	1,00	1980	1,00	Antes de 1991	1,00	Pré-1988	0,78
Recentes	1971-75	1,36	1990	0,91	1991 - 93	0,95	1988-91	1,00
...	1976-81	1,47	1998	0,80	1994 - 96	0,86	1992-95	0,76
...	1982-85	1,80			1997 - 99	0,79	1996-99	0,57
...	1986-92	1,95			2000 - 02	0,62	2000-03	0,43
Mais novos					2003 - 05	0,57	2004-05	0,20

¹ Acidentes com vítimas;

² Acidentes com mortos/gravemente feridos;

³ Mortos em colisão frontal;

⁴ Mortos em colisão entre dois automóveis.

encontradas informações a respeito dos custos dos testes, por exemplo, do programa Euro NCAP. O Euro NCAP é financiado por várias autoridades e organizações de diversos países – incluindo ministérios de transporte e clubes de automóveis. Além disso, as montadoras pagam por testes de alguns modelos selecionados, sem que haja qualquer possibilidade de influência em relação ao teste nem na publicação dos resultados.

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma análise de custo-benefício que possa esclarecer a relação entre os benefícios e os custos da proteção interna contra colisão em veículos de passeio.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a criação de novos requisitos de proteção interna contra colisão nos automóveis pode ser tomada pelas autoridades viárias, indústrias automobilísticas, ou como resultado da participação da Noruega na Cooperativa Internacional Automobilística, segundo o Acordo EEE (Espaço Econômico Europeu). As exigências são formuladas pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e incluídas na Regulamentação Veicular.

Requisitos e procedimentos formais

A Regulamentação Veicular segue os preceitos do direito administrativo e deve, portanto, ser elaborada de acordo com suas regras de cumprimento. Isso envolve, entre outros, os interesses das partes afetadas, que devem ter a oportunidade de expressar-se de antemão. Por “interesses afetados” no que diz respeito aos Regulamentos Veiculares, entende-se principalmente a indústria automotiva.

Responsabilidade pela execução da medida

Os requisitos para automóveis novos são responsabilidade de quem os produz e os importa. A responsabilidade pela aplicação destes requisitos é, portanto, da indústria automotiva em cooperação com as autoridades rodoviárias.

4.17 CONTROLES E INSTRUMENTOS

O capítulo foi parcialmente revisado em 2011 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

O veículo, o condutor e a posição de dirigir constituem o que chamamos de “sistema homem-máquina”. Este sistema deve ser adaptado ao máximo aos seres humanos e concebido de acordo com suas habilidades e capacidades e assim contribuir para que sejam evitados erros (Kantowitz e Sorkin, 1983). Os controles e instrumentos do veículo são parte deste sistema homem-máquina e sempre haverá certa probabilidade de que um condutor falhe ao operá-lo. Já em 1958, McFarland chamou a atenção para os perigos que controles e instrumentos inadequadamente projetados poderiam representar:

“Cada operação motora que é difícil de alcançar e controlar, cada instrumento difícil de ler, banco incômodo de sentar e cada obstáculo desnecessário à visibilidade para o condutor –McFarland pensou, entre outras coisas– pode, por si só, provocar um acidente.”

Diferentes tipos de falhas humanas são considerados por muitos como o principal fator causador de acidentes de trânsito. As falhas geralmente são definidas como ações com objetivos específicos que não atingiram seus objetivos (Reason, 1990; Hacker, 1998).

Os erros provavelmente ocorrem com relativa frequência, mas um erro não necessariamente leva a consequências graves. A probabilidade de falhas pode aumentar drasticamente em situações críticas, que exijam reações rápidas do condutor (Swain e Guttman, 1980). As chances de cometê-las também aumentam quando a quantidade de informações e, por consequência, a carga de trabalho é grande. Um exemplo disto é quando se deve manobrar em uma interseção complicada, com muitas informações e muitos elementos de trânsito.

Quando se começa a dirigir um automóvel novo, todas as operações, como uso do volante, câmbio, pedais, direção e botões de iluminação, etc., têm que ser aprendidas em um *nível* consciente, ou seja, deve-se repensar como os instrumentos, alavancas e pedais estão posicionados e como devem ser usados, antes de utilizá-los. Estas operações são automatiza-

das com relativa *rapidez*, quer dizer, como resultado da experiência e da utilização, deixa-se de repensar sobre cada uma das ações e sobre como os controles e instrumentos devem ser utilizados. Pode, no entanto, surgir um problema quando se muda de um automóvel com o qual se tem familiaridade para um novo. O uso de controles e instrumentos muitas vezes deve ser aprendido novamente, antes que as ações sejam novamente automatizadas, podendo haver um risco de confusão.

Tanto o projeto dos controles do cockpit do veículo quando o dos instrumentos são importantes para a segurança enquanto se dirige. O design do ambiente do condutor poderá, em diferentes graus, ser adaptado à antropometria, aos sentidos, à percepção e ao processamento de informações. Assim, o ambiente veicular contribui para aumentar a probabilidade de erros se o projeto for particularmente mal adaptado a quem conduz.

As partes relevantes do ambiente do operador incluem:

- volante, engrenagem, pedais e freio de mão (força do pedal);
- painel, medidores, controles e funções de controle (por exemplo, faróis, piscas, limpadores, luzes de advertência, etc.);
- rádio, CD player, sistema de viva-voz, sistema de navegação;
- pilares A e B, outros obstáculos visuais, espelho (visão frontal, traseira e lateral, pontos cegos);
- banco do condutor: em geral deve servir para todos, variando entre o 5º percentil das mulheres e o 95º percentil dos homens (Babbs, 1979);
- encosto de cabeça.

Este capítulo aborda os controles e instrumentos que o condutor deve operar ou ler a partir de seu assento durante a condução. A maioria das funções é controlada por interruptores, alavancas, puxadores ou alças, e cada um destes pode ter várias funções. Os vários controles podem ter uma forma, cor, posição e marcas iconográficas que, em graus variados, dizem como devem ser utilizados para se alcançar um resultado particular. Qualquer problema eventual do condutor com os controles e instrumentos enquanto dirige pode ser devido a vários fatores:

- Má ergonomia/interface entre condutor e carro, ou seja, instrumentos concebidos e colocados de modo que sua utilização seja complicada, mesmo depois da prática;

- Quando se conduz um veículo novo, é preciso tempo para aprender um novo conjunto de controles e instrumentos e como eles funcionam;
- Ao usar veículos da empresa ou alugados, os condutores terão que se adaptar a controles de diferentes manuseios, o que aumenta a probabilidade de erros.

Há um estudo americano (Perel, 1976) que tentou calcular em que grau os problemas com os controles do veículo foram fatores causadores em 114.000 acidentes de trânsito na Carolina do Norte entre 1974 e 1975. Nos registros policiais, problemas com funções de controle manual foram mencionados em relação a 78 dos acidentes, ou seja, uma proporção muito pequena. O problema dominante registrado foi principalmente que o condutor não estava atento à condução enquanto operava o limpador de para-brisa, o rádio/player, o aquecedor e o desembaçador, etc. Este tipo de problema ocorreu em 35 dos 78 acidentes registrados (45%). Ainda há motivos para acreditar que o número é muito maior devido à subnotificação desse tipo de causa e porque foi usado um método indireto, em que as informações a respeito das causas dos acidentes passam por muitas fases, podendo ter se perdido.

A finalidade desta medida é conceber controles e instrumentos do veículo de tal forma que o número de falhas diminua e que a probabilidade de consequências graves na forma de um acidente seja minimizada.

Descrição da medida

Os requisitos técnicos das autoridades para a instalação de dispositivos e controles estão na Regulamentação Veicular, § 19-1, formulados da seguinte forma: “Todos os dispositivos de comando que serão utilizados durante a condução devem ser concebidos e instalados para que o condutor possa operá-los de uma forma fácil e segura”. Os regulamentos detalhados, com exigências mais específicas para o design, localização, marcação e operação de dispositivos de controle de segurança, são dados em diretivas da União Europeia.

Impacto sobre os acidentes

Existem apenas quatro estudos que analisaram as relações entre os controles e instrumentos e os acidentes. Todos os quatro abordam os diferentes

tipos de retrovisores e seus efeitos em relação aos acidentes. O espelho plano fornece pontos cegos em sua visão para trás. Foram testados, portanto, vários tipos de espelhos convexos (espelho angular), com o objetivo de abranger também os pontos cegos. Em todos os estudos o grupo de controle é o espelho plano.

Smith et al., 1985 (espelhos convexos do lado direito e planos do lado do condutor; espelhos planos e convexos em ambos os lados; Cross, 1991 (espelho plano no lado esquerdo e convexo no direito, ambos os espelhos planos e convexos em ambos os lados); Behrendorff e Klit Hansen, 1994 (Dinamarca: espelho convexo e esférico do lado do passageiro)

Luoma et al., 1995 (Finlândia: espelho convexo normal, no lado do condutor; espelhos multifocais, isto é, que têm uma parte central convexa, enquanto a parte periférica tem um raio de curva reduzido progressivamente até a borda do espelho.

Experimentos com diferentes tipos de espelhos não parecem apontar qualquer efeito claro em relação aos acidentes. No estudo dinamarquês, vê-se um efeito quase paradoxal, em que os acidentes com feridos aumentam (estatisticamente não significativo) e os acidentes fatais diminuem (estatisticamente significativo). Acidentes em interseções com o fluxo conflitante à direita foram classificados como acidentes em que não se espera nenhum efeito especial (Behrendorff e Klit Hansen, 1994). Vê-se, no entanto, a mesma tendência paradoxal para acidentes em curva à direita: aumento de acidentes com feridos e redução de acidentes fatais. Nenhuma dessas tendências é estatisticamente significativa.

Tem-se afirmado que o espelho convexo provoca uma tendência a julgar equivocadamente a velocidade e distância dos veículos refletidos na zona não plana (Mortimer e Jorgeson, 1974; Luoma et al., 1995). Em um estudo realizado nos EUA, mostraram-se algumas diferenças entre um espelho retrovisor plano convencional e um espelho convexo (Mortimer e Jorgeson, 1974):

- Um automóvel subsequente é considerado menos visível por um retrovisor traseiro convexo;
- Os condutores usam o espelho retrovisor plano com mais frequência que um convexo;
- Os condutores preferiram um espelho plano;
- Houve uma tendência a subestimar a velocidade do automóvel passante.

Não há estudos que mostrem como alguns tipos de comandos e instrumentos atuam em relação aos acidentes, mas houve algumas pesquisas que demonstraram como o comportamento dos condutores pode variar com diferentes projetos. Este tipo de pesquisa tem ocorrido em laboratórios e aplica-se ao tempo de percepção e reação, frequência de erros, facilidade de apreensão, frequência de confusão, etc. Também é calculado e registrado quantas vezes o condutor usa controles diferentes (Green, 1979).

Impacto na mobilidade

Uma melhoria dos controles e instrumentos deve reforçar o domínio do condutor quanto à condução do veículo e não apresentar efeitos negativos. Uma redução dos erros pode ter um efeito indireto quanto à mobilidade e fluxo de tráfego, pois o número

TABELA 4.17.1: IMPACTOS DE DIFERENTES TIPOS DE ESPELHOS QUANTO AO NÚMERO DE ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidente afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Retrovisor do lado direito em vans e caminhões: Apenas convexo			
Todos	Acidentes «associados ao espelho»	-18	(- 36; + 6)
Retrovisor direito em caminhões: 1 plano + 1 convexo			
Todos	Acidentes «associados ao espelho»	+5	(- 10; + 23)
Acidentes com feridos	Acidentes em curva à direita	+18	(- 6; + 48)
Acidentes fatais	Acidentes em curva à direita	- 44	(- 66; - 6)
Acidentes com feridos	Acidentes em interseção, fluxo conflitante à direita	+ 9	(- 6; + 26)
Acidentes fatais	Acidentes em interseção, fluxo conflitante à direita	- 7	(- 32; + 10)
Retrovisor no lado do condutor em veículos de passeio			
Todos (espelho multifocal)	Mudança de faixa	- 21	(- 43; + 10)
Todos (espelho convexo)	Mudança de faixa	- 23	(- 46; + 9)

de acidentes ou quase acidentes é reduzido. Alguns exemplos dos controles mais utilizados são a seta direcional acionada automaticamente de acordo com o movimento da direção, o volante e o nível de combustível (Green, 1979). A concepção da seta pode ter certo significado para a sua utilização. Um projeto que promove o uso das setas pode, portanto, aumentar a mobilidade pelo fato de o condutor sinalizar suas intenções para os demais usuários, tornando-lhes seu comportamento mais confiável e previsível.

Impacto no meio ambiente

Não há evidências de qualquer impacto dos requisitos que dizem respeito aos controles e instrumentos em relação ao meio ambiente.

Custos

A melhoria e a padronização dos comandos e instrumentos dos veículos dificilmente aumentam os custos para quaisquer partes. Na produção em massa de componentes como interruptores, luzes indicadoras etc., a padronização também fornecerá benefícios econômicos. A pesquisa e o desenvolvimento, que são responsabilidades do produtor e da montadora, devem ser incorporados no preço de varejo.

Avaliações de custo-benefício

A falta de informações quanto aos custos das medidas dificultam a realização de avaliações de custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O trabalho internacional de padronização pode formar a base para a evolução das necessidades técnicas. Caso contrário, é o fabricante quem determina o projeto do ambiente do condutor. Os fabricantes também têm a sua própria experiência e habilidades de projeto ergonômico e personalização da interface entre o condutor e seu ambiente/veículo.

Requisitos e procedimentos formais

As atuais exigências para dispositivos operacionais e instrumentos estão, de forma geral, no § 19 da

Regulamentação de Veículos. Disposições adicionais são igualmente fornecidas, respectivamente, nos capítulos 28 (iluminação), 29 (pisca alerta), 30 (espelho) e 31 (vidros e outros) da Regulamentação de Veículos.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega arca com os custos da participação da Noruega nos trabalhos de padronização internacional para a elaboração de requisitos para os dispositivos de controle e instrumentos.

4.18 CONTROLE AUTOMÁTICO DE DISTÂNCIA E FREIO AUTOMÁTICO DE EMERGÊNCIA

O capítulo foi revisado em 2014 por Alena Høyve (TØI)

O controle automático de distância e o freio automático de emergência são sistemas de assistência para que a velocidade e a desaceleração do veículo possam ser controladas quando se está em rota de colisão com outro veículo, isso por meio de informações externas, independente da reação do condutor (de frear ou não, por exemplo). Estes sistemas podem reduzir o número de mortes em veículos de passeio em cerca de 19%, o número de feridos graves em aproximadamente 15% e o número total de feridos em cerca de 6%. Os estudos mostram como estes sistemas afetam o pagamento de seguros e as encomendas de peças de reposição específicas. O controle automático de distância e os freios automáticos de emergência provavelmente afetam o comportamento do condutor por manter uma distância maior do veículo à frente, mas, por outro lado, há sinais de que os condutores ficam menos atentos.

Problema e finalidades

Quando os condutores não têm conhecimento do tráfego à frente ou se mantêm a uma curta distância do veículo à frente em relação à velocidade, há um aumento do risco de acidentes com colisões traseiras, seja porque o condutor freia muito tarde, freia muito pouco ou nem freia. A maioria dos acidentes envolvendo colisões traseiras ocorre em velocidades abaixo de 30 km/h, principalmente no trânsito urbano (Distner et al., 2009). As estatísticas norueguesas

sas mostram que os acidentes com colisões traseiras em média são menos graves que outros acidentes. No período de 2010 a 2012, a taxa de mortos ou feridos graves foi de 2,1% em acidentes envolvendo colisões traseiras e 10% no total de todos os acidentes. As colisões traseiras, no entanto, implicam um risco relativamente alto de lesões no pescoço para os ocupantes do veículo atingido. A taxa de ocupantes do veículo atingido que ficam com sintomas prolongados de ferimentos no pescoço é de aproximadamente 10% quando a diferença de velocidade entre os dois veículos é de 5 km/h e aumenta abruptamente para quase 100% quando a diferença de velocidade é de 40 km/h (Kullgren & Stigon, 2011; citação de Balint et al., 2013). A taxa de acidentes envolvendo colisões traseiras é maior hoje do que era há alguns anos. Entre 1983 e 1984 aproximadamente 8% de todos os acidentes com feridos na Noruega foram colisões traseiras; de 1991 a 1995, a taxa foi de 18% e desde 1996 tem sido relativamente constante, em torno de 20%. Nos EUA, cerca de 24% de todos os acidentes são de colisão traseira, de acordo com o Conselho de Segurança Nacional dos Estados Unidos (1992); em 2010 a taxa era de 28% (Schittenhelm, 2013).

O atropelamento de pedestres e ciclistas também pode acontecer quando os condutores freiam muito pouco, freiam muito tarde ou não freiam quando o veículo já está em rota de colisão. Os atropelamentos de pedestres normalmente são acidentes mais graves que outros acidentes. A taxa dos que são mortos ou gravemente feridos é de cerca de 15% em atropelamentos, contra 10% em outros acidentes. Nos últimos anos a taxa de pedestres feridos tem sido de cerca de 7% de todas as lesões em acidentes de trânsito, enquanto a de pedestres gravemente feridos e mortos manteve-se em torno de 11%.

Uma medida que pode reduzir o risco de colisões traseiras e atropelamentos é o uso do sistema de assistência ao condutor que utiliza informações provenientes de sensores externos, que podem regular a velocidade do veículo, incluindo a frenagem estacionária, sem que o condutor precise frear ou acelerar. Além de reduzir os acidentes com colisões traseiras, os sistemas têm como finalidade aumentar o conforto na condução.

Os sistemas de frenagem que podem identificar uma situação de emergência sem informações de fora do veículo quando o condutor já começou a frear (sistema de travamento assistido) são descritos em outro capítulo (capítulo 4.3).

Descrição da medida

Este capítulo discute três tipos de sistemas de suporte para o condutor, que também podem ser combinados uns com os outros:

Controle automático de distância, doravante denominado *Automatic Cruise Control (ACC – Controle de velocidade de cruzeiro)*, é um termo genérico para vários sistemas que podem regular a velocidade do veículo, para que ele mantenha a velocidade desejada e a distância mínima em relação ao veículo da frente, ou de pedestres, veículos estacionados ou objetos, são obtidas por meio de sensores no veículo que usam, por exemplo, câmeras ou tecnologia de radar. A distância mínima pode ser estabelecida pelo condutor ou automaticamente calculada, de modo que possa variar com a velocidade de condução. Estes sistemas geralmente podem usar tanto o controle de motor quanto dos freios para regular a velocidade. Além disso, o condutor pode ser notificado ao surgir uma situação de risco em que seja necessária uma frenagem mais forte. Entre outros aspectos, os sistemas diferem em relação ao poder de frenagem, à capacidade de aceleração depois da frenagem, à regulagem de distância do veículo dianteiro, ao sensor de informações e na forma e em quais situações o condutor é notificado sobre o perigo. O ACC geralmente pode funcionar em todos os níveis de velocidade, tanto em alta velocidade (em rodovias, por exemplo) quanto em baixa velocidade, nos congestionamentos em que se acelera e se freia com frequência. Entretanto, alguns sistemas funcionam apenas em níveis de velocidade específicos.

O freio automático de emergência, também designado *Automatic Emergency Brake (AEB)*, pode, a partir de informações exteriores ao veículo, desacelerá-lo para evitar uma colisão com outro veículo, um pedestre, um ciclista ou um objeto. Se a colisão em si não puder ser evitada, em muitos casos ao menos a gravidade do acidente pode ser reduzida. O AEB pode alertar o condutor ou frear o veículo total ou parcialmente caso o condutor não reaja, ou o veículo pode ser freado sem aviso prévio, dependendo da situação e do sistema. Existem muitos tipos diferentes de sistema; as diferenças entre eles são, entre outras, o tipo de informação sensorial utilizada, os tipos de usuários da via e de objetos detectados, a que velocidade se aplica e a forma e em quais situações eles atuam quanto à velocidade e aos freios. Geralmente, podem-se distinguir três ti-

pos diferentes de AEB (<http://www.euroncap.com/results/aeb.aspx>):

- Sistema AEB urbano, que pode evitar colisões com veículos dianteiros por intermédio do travamento em velocidades de até 20 km/h (80% de todas as lesões cervicais ocorrem em velocidades abaixo de 20 km/h);
- Sistema AEB para rodovias, que alerta o motorista caso o veículo esteja prestes a colidir com outro veículo e que pode freá-lo quando ele está a uma velocidade de pelo menos 50 a 80 km/h;
- Sistema AEB de pedestres, que pode detectar quando o veículo está em rota de colisão com um pedestre; alguns sistemas também podem detectar ciclistas.

O **aviso de colisão frontal**, doravante denominado *Frontal Collision Warning* (FCW), alerta os operadores quando o veículo está em rota de colisão com outro veículo, com um pedestre ou com um objeto. O FCW pode ser associado tanto ao ACC quanto ao AEB.

A diferença entre o AEB e o sistema de travamento assistido (BAS), conforme descrito no capítulo 4.3, é que o AEB reage às informações externas ao veículo, enquanto o BAS utiliza exclusivamente informações a respeito de como o condutor freia.

O ACC, o AEB e o FCW podem ser combinados de tal modo a, por exemplo, manter o veículo a uma velocidade constante em um fluxo de tráfego livre, a uma distância ideal do veículo dianteiro em tráfego pesado, a alertar o condutor e a fazer uma frenagem poderosa quando o veículo da frente frear de forma brusca e inesperada, ou quando um pedestre ou ciclista inesperadamente surgir na frente do veículo.

Impacto sobre os acidentes

Não foram encontrados estudos que examinassem o impacto do ACC sobre o número de acidentes, mas foram encontrados dois estudos que examinaram o impacto nos pagamentos de seguros e nos pedidos de peças de reposição, conforme descrito no item a seguir. Além disso, foi encontrada uma série de estudos que estimou os efeitos teoricamente possíveis no número de acidentes ou lesões com base em estatísticas e análises de acidentes e em reconstruções ou simulações de acidentes.

Impactos nos pagamentos de seguros e pedidos de peças de reposição

O HLDI (ou Instituto de Dados de Perdas em Rodovias) (2012) analisou acidentes com e sem vítimas relatados às seguradoras de automóveis com e sem os sistemas *Distronic* (ACC com FCW) e *Distronic Plus* (ACC com FCW e AEB) da Mercedes. Schittenhelm et al. (2013) compararam os pedidos de peças de reposição para automóveis com e sem *Distronic Plus*. Só foram incluídos na análise os ferimentos que resultaram de colisões entre dois veículos ou colisões traseiras. Os resultados destes dois estudos estão resumidos na tabela 4.18.1.

Os resultados indicam que o AEB por si só pode ter um impacto maior que o ACC com FCW e que o impacto é maior para as lesões mais graves. Para todos os três sistemas (ACC, FCW e AEB), estima-se que o número de acidentes em que dois veículos colidiram frontalmente diminuiu em aproximadamente 35% e que a gravidade dos acidentes diminuiu em mais de 18%.

A redução em 6% no número de acidentes com veículos atingidos por trás (e mais de 18% de redução na gravidade das lesões) pode ser explicada pelo fato de os veículos com ACC e AEB frearem antes e menos bruscamente, além de que, com estes sistemas, também reduz-se o risco de o veículo de trás não ter tempo suficiente de frear.

Diante destes resultados, estima-se que o número total de mortes em veículos de passeio com ACC, FCW e AEB tenha diminuído em 19%; o número total de feridos graves, em 15%, e o número total de acidentes, em cerca de 6%. Este valor é calculado a partir do número de pessoas feridas em veículos de passeio em colisão frontal entre dois veículos, de modo que são calculados os impactos nas lesões graves e leves, segundo Schittenhelm et al. (2013). Estes resultados estão de acordo com os resultados do HLDI (2012). Os resultados do HLDI (2012) para acidentes com vítimas aplicam-se aos pagamentos de seguro (ao valor dos pagamentos, e não ao número de pagamentos), ou seja, lesões mais graves têm maior peso e, por isso, o resultado será mais próximo do número de feridos graves que do número total de feridos.

TABELA 4.18.1: IMPACTOS DO ACC, FCW E AEB NOS PAGAMENTOS DE SEGUROS E NOS PEDIDOS DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO.

Tipos de acidentes / danos que podem ser afetados		Impacto na gravidade do acidente
HLDI, 2012: Impacto nos pagamentos de seguros		
ACC e FCW	Danos materiais, todos os acidentes	-3%
	Feridos, todos os acidentes	-4%
ACC, FCW e AEB	Danos materiais, todos os acidentes	-7%
	Feridos, todos os acidentes	-16%
Schittenhelm et al., 2013: Impacto nos pedidos de peças de reposição		
ACC, FCW e AEB	Danos materiais menores ¹ , batido por outro carro	-5%
	Danos materiais moderados ¹ , batido por outro carro	-15%
	Danos materiais maiores ¹ , batido por outro carro	-22%
	Acidentes com colisão frontal ¹	-35%
	Acidentes com colisão traseira ¹	-6%
	Mortos em veículos de passeio	-19%
	Feridos graves em veículos de passeio	-15%
	Todos os feridos em veículos de passeio	-6%

¹ Parte dos acidentes pode ser sem vítimas.

Impactos teoricamente possíveis com base em estatísticas, análises e reconstituição de acidentes

Foram encontrados muitos estudos em diversos bancos de dados que estimaram a quantidade de acidentes que podem teoricamente ser influenciados ou impedidos por vários sistemas de assistência ao condutor:

- Estatísticas e análises de acidentes: os resultados destes estudos devem ser interpretados como estimativa máxima teórica, ou seja, os números mostram como muitos acidentes podem ser afetados, de modo que o número de acidentes realmente afetados ou impedidos na prática tende a ser provavelmente menor;
- Reconstituição de acidentes a partir de análises aprofundadas: estes estudos consistem em reconstituições de acidentes que realmente aconteceram e têm por objetivo examinar como o resultado teria sido caso os veículos envolvidos estivessem equipados com vários sistemas de assistência ao condutor; os resultados são provavelmente mais realistas que os do caso anterior, mas também tendem a ser superestimados; o sistema de assistência, por exemplo, pode levar a alterações comportamentais do condutor, fator que não aparece neste tipo de estudo;
- Testes operacionais de campo (FOT, *Field operational tests*): em estudos FOT, os veículos particulares conduzidos no tráfego regular para fins

quotidianos são equipados com uma variedade de sensores e medidores que registram informações a respeito do veículo, do entorno e do condutor durante a condução. Estes estudos examinam como os sistemas de assistência ao condutor, como o ACC e o AEB, afetam o comportamento e as situações críticas de condução e, a partir desses resultados, estimam possíveis impactos no número de acidentes.

Os resultados de todos os tipos de estudos estão resumidos na tabela 4.18.2. Os estudos diferem no que diz respeito à rigidez dos critérios que devem ser atendidos para que um acidente seja considerado “sensível” e, portanto, também há uma grande variação nas estimativas de possíveis impactos.

Vários estudos antigos estimaram que o ACC teoricamente pode afetar o número de todos os acidentes com colisões traseiras de 45 a 52% e entre 2 e 12% no caso de todos os acidentes (Marburger et al., 1989; Malaterre & Fontaine, 1993; Farber & Bailey, 1993; Farber & Paley, 1993; Chira Chavales & Yoo, 1994).

A tabela 4.18.3 mostra a média de impactos do ACC e do AEB no número total de ocupantes de automóveis mortos e feridos e no de pedestres. Os impactos são calculados como a média não ponderada dos resultados na tabela 4.18.2. Os resultados de ambos os tipos de estudos são reunidos, e os

TABELA 4.18.2: IMPACTOS TEORICAMENTE POSSÍVEIS DE DIFERENTES SISTEMAS DE ASSISTÊNCIA AO CONDUTOR NO NÚMERO DE ACIDENTES/LESÕES.

	Estudo	Tipos de acidentes / danos que podem ser afetados	Impacto teoricamente possível
Análises de estatísticas de acidentes e análises de acidentes			
ACC	Wilmink et al., 2008	Mortos em todos os tipos de acidentes	-1,4%
		Feridos em todos os tipos de acidentes	-3,9%
AEB	Jermakian, 2011	Colisão traseira	-61%
		Colisão traseira (acidentes com feridos)	-49%
		Colisão traseira (acidentes fatais)	-44%
	Wilmink et al., 2008	Mortos/feridos em todos os tipos de acidentes	-7%
	Hummel et al., 2011	Colisão traseira (acidentes sem vítimas)	-28%
ACC e AEB	Anderson et al., 2011	Acidentes fatais	-25%
		Acidentes com vítimas	-12%
	Kühn et al., 2009	Acidentes com vítimas	18%
	Robinson et al., 2011	Acidentes relevantes	-6% a -40%
AEB pedestres	Chauvel et al., 2013	Pedestres mortos, atropelados por automóvel	-15%
		Pedestres gravemente feridos, atropelados por automóvel	-38%
	Robinson et al., 2011	Pedestres atropelados	-20% a -49%
	Wilmink et al., 2008	Acidentes fatais	-1,8%
	Hummel et al., 2011	Pedestres atropelados	-35%
		Pedestres mortos, atropelados por automóvel	-30%
		Pedestres gravemente feridos, atropelados por automóvel	-15%
FCW em caminhões pesados	Kingsley, 2009	Acidentes com caminhões pesados	-24%
Reconstituição de acidentes em estudos aprofundados			
AEB	Doecke et al., 2012	Acidentes entre 50 e 110 km/h	-4% a -18%
FCW e AEB	Kusano & Gabler, 2011	Colisões traseiras	-7,7%
		Condutores mortos ou gravemente feridos com cinto de segurança em acidentes de colisão traseira	-50%
AEB pedestres	Lindman et al., 2010	Pedestres mortos, atropelados por automóvel	-24%
AEB em automóveis e veículos pesados	Strandroth et al., 2012	Feridos graves em colisões entre automóvel e veículo pesado	-52% e -73%
Testes de campo operacionais (FOT)			
ACC com FCW	Najm et al., 2006	Colisões traseiras	-6% a -15%
ACC e AEB em caminhões pesados	Lehmer et al., 2007	Colisões traseiras	-28%

resultados dos impactos nas colisões traseiras são traduzidos em impactos no número total de mortos/feridos entre os ocupantes de veículos de passeio. Os resultados gerais sugerem que o ACC e o AEB, em conjunto, têm um impacto significativamente maior do que quando são usados como uma medida em separado e que o AEB sozinho provavelmente tem um impacto maior que o ACC sozinho. Os resultados do ACC e AEB combinados sugerem que estes sistemas não conseguem impedir grande parte de todos os acidentes que podem teoricamente ser afetados. Os resultados também indicam que o impacto é maior para as mortes do que para o número de feridos.

A conclusão de que o impacto do ACC sozinho seria maior que o do AEB sozinho no número de feridos parece mais forte que no número de vítimas fatais, isso porque a taxa de todas as mortes foi de apenas 2%, enquanto a taxa de todos os feridos foi de 20% em colisões traseiras. Os resultados são de estudos muito diferentes e, por conseguinte, é difícil comparar suas dimensões.

Os resultados do impacto do AEB para pedestres na tabela 4.18.3 indicam que o impacto no número de pedestres mortos ou feridos é uma redução de cerca de 23-24%. Isso é um pouco superestimado,

TABELA 4.18.3: IMPACTOS MÉDIOS DO ACC E DO AEB NO NÚMERO TOTAL DE PESSOAS MORTAS E FERIDAS (COMO OCUPANTES DE VEÍCULOS E PEDESTRES).

		Impacto teórico ¹		Impacto real ²	
		Mortos	Feridos	Mortos	Feridos
ACC	Ocupantes de automóvel	-1,4%	-3,1%		
AEB	Ocupantes de automóvel	-1,0%	-9,1%		
ACC & AEB	Ocupantes de automóvel	-25,0%	-10,4%	-19%	-6%
AEB pedestres	Pedestres	-23%	-24,2%		

¹ Baseados em impactos teoricamente possíveis (tabela 4.18.2);

² Baseados em impactos sobre os pagamentos de seguros e pedidos de peças de reposição (tabela 4.18.1).

porque nem todos os pedestres feridos ou mortos foram atingidos por um automóvel.

Uma análise mais detalhada a respeito de quantos acidentes envolvendo colisões traseiras poderiam ter sido evitados foi realizada por Schittenhelm et al. (2013). Os resultados mostram que aproximadamente 35% dos acidentes poderiam ter sido evitados caso o condutor do veículo tivesse freado mais forte e que cerca de 50% dos acidentes poderiam ter sido evitados se o condutor do veículo tivesse freado mais forte e 0,3 de segundo mais cedo. Para cada 0,1 de segundo mais cedo que os condutores tivessem começado a desacelerar, estima-se que 11% dos acidentes poderiam ter sido evitados, para até 0,5 de segundo. Breuer et al. (2007) demonstraram, em testes de simulação, que 89% das colisões que teoricamente são evitadas com uma frenagem mais potente poderiam ter sido evitadas com o AEB. Estes resultados mostram que o AEB potencialmente evita acidentes, mas ele não mostra realmente quantos acidentes poderiam ter sido evitados ou afetados.

Impactos no comportamento do condutor

Vários estudos examinaram como o ACC afeta o comportamento do condutor. Os resultados são inconsistentes. Se os resultados sugeriram mudanças comportamentais positivas, ou seja, mudanças que podem ajudar a reduzir o risco de acidentes, elas são as seguintes:

- Menos condutores mantêm pouca distância do veículo dianteiro (Regan et al., 2006; Adell et al., 2011; experimentos no tráfego real); maior distância do veículo da frente (+ 16%) e menos com distância inferior a 0,5 de segundo (-73%) (Benmimoun et al., 2013, com base em estudo FOT);
- Menos frenagens bruscas (-67%) (Benmimoun et al., 2013, com base em estudo FOT);

- Melhores interações com pedestres e ciclistas nas interseções (Adell et al., 2011; experimentos em tráfego real);
- Nenhum impacto no comportamento dos condutores, mas pouca confiança no sistema, o que pode indicar que a atenção não é reduzida (Sayer et al., 2011; baseado em estudo FOT).

Embora estes resultados sugiram que há uma mudança comportamental positiva, outros resultados mostram que o comportamento do condutor é afetado de uma forma que pode contribuir para o aumento de acidentes:

- Mais ultrapassagens e maior variação de posição na pista (mais “oscilação”; Adell et al., 2011; Rudin-Brown & Parker, 2004; experimentos no tráfego real);
- Várias frenagens bruscas em sinal vermelho (Adell et al., 2011; experimentos no tráfego real);
- Percepção tardia de situações perigosas (Rudin-Brown & Parker, 2004; experimentos no tráfego real).

Os resultados gerais sugerem que o ACC melhora a condução em termos de distância do veículo à frente, mas um efeito indesejável pode ser que os condutores se tornam menos atentos, o que pode levar a oscilações e a várias frenagens bruscas no sinal vermelho (pois o ACC responde ao veículo, mas não ao sinal vermelho).

Impacto na mobilidade

O ACC pode ter impactos na mobilidade, já que regula intervalos de tempo e velocidade. Segundo Kersting et al., (2008), as filas e tempos de viagem poderiam ser reduzidos se pelo menos 25% de todos os veículos estivessem equipados com ACC. O tempo de viagem pode ser reduzido mesmo com uma pequena proporção de veículos equipados com ACC.

Impacto no meio ambiente

O ACC pode reduzir as emissões, porque a velocidade é harmonizada e as filas são reduzidas. O consumo de combustível é reduzido quando se conduz com o ACC. Nas rodovias, a redução é de 2,8%, de acordo Benmimoun et al. (2013) e de 10%, de acordo com Kompfner e Reinhardt (2008). Segundo Klunder et al. (2009), o ACC reduz as emissões de CO₂ entre 0,5 e 5%.

Custos

Em 2009 o ACC custava cerca de € 1.300 como equipamento opcional.

Avaliações de custo-benefício

Não há avaliações de custo-benefício do ACC nem do EBA. Seus efeitos no número de acidentes são relativamente incertos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O controle automático de distância foi desenvolvido e avaliado nos projetos europeus de pesquisa PROMETEUS e DRIVE e em projetos similares no Japão e nos EUA. Na Noruega, esta medida pode ser avaliada pelas autoridades rodoviárias.

Requisitos e procedimentos formais

Até então não foram desenvolvidos quaisquer requisitos formais para o controle automático de distância em automóveis novos na Noruega. Estes requisitos têm de ser fornecidos pelas autoridades rodoviárias, por meio de regimes de homologação, por exemplo.

Responsabilidade pela execução da medida

A medida não requer o desenvolvimento ou a introdução de novas tecnologias no sistema viário. Os compradores de automóveis terão a liberdade de escolher um veículo com este equipamento ou comprá-lo como um acessório opcional. Os custos do desenvolvimento da medida são de responsabilidade

de do fabricante do veículo, enquanto que os compradores do veículo arcam com a eventual compra do mesmo.

4.19 REGULAMENTAÇÃO DO PESO DOS VEÍCULOS

O capítulo foi revisado em 2010 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

As relações entre os pesos são fundamentais na tentativa de explicar diferenças no risco de lesão entre os diferentes grupos de usuários das vias. Vários pesquisadores encontraram relações entre o peso do veículo e o risco de lesão que podem ser consideradas regulares nos acidentes de trânsito em que há veículos envolvidos, quando mantidos iguais os outros fatores (Campbell e Reinfurt, 1973; Negri e Riley, 1974; Grime e Hutchinson, 1979; Evans, 1990; van Kampen, 2000; Kahane, 2003; Summers, Hollowell & Prasak, 2003; Broughton, 2008): Quanto maior o peso do veículo, mais bem protegidos estão seus ocupantes; por outro lado, é maior o risco de lesões graves para os ocupantes do outro veículo envolvido na colisão. Isso se aplica a uma vasta gama de veículos, incluindo bicicletas, ciclomotores, motocicletas, automóveis pequenos, automóveis maiores, caminhões pequenos e grandes, etc. (Evans e Frick, 1993).

Nos últimos 30 anos na Noruega e em outros países, tem havido uma mudança significativa nas vendas de automóveis novos, pois a procura tem sido por automóveis maiores e de maior peso. A proporção de automóveis novos com massa de mais de 1,3 tonelada era de 4,7% em 1980, 24,1% em 1995 e em torno de 65% em 2009. Aproximadamente 40% de todos os automóveis novos em 2009 tinham mais de 1,5 tonelada (OFV dados do veículo).

A figura 4.19.1 mostra a taxa de pessoas ilelas (entre todos os envolvidos) e mortas (entre mortos e feridos) em acidentes com vítimas registrados pela polícia na Noruega no período de 2000 a 2009. A visão geral mostra que o percentual de ilelos é maior para os veículos mais pesados. Há uma distinção essencial entre automóveis e veículos maiores de um lado e veículos de duas rodas e pedestres do outro lado. Para automóveis e veículos maiores, a taxa de pessoas ilelas em acidentes com vítimas é de mais de 40%. Para pedes-

tres e condutores de veículos de duas rodas, a taxa de ilesos é de 6%. Pedestres e ciclistas são chamados de usuários vulneráveis da via, porque eles absorvem a energia cinética de um acidente com o seu próprio corpo. Eles não têm estrutura protetora que possa absorver essa energia. Ocupantes de automóveis são muito mais protegidos e poupados dessa absorção de energia, porque a maior parte dela ocorre na carroceria do veículo, e não somente nos corpos dos ocupantes. Veículos maiores têm mais massa que os automóveis para absorver a energia em uma colisão.

A taxa de mortos dentre todos os feridos tem menos relação com o peso do veículo quando se analisam todos os tipos de veículos em conjunto. Entre todos os veículos com quatro ou mais rodas, quanto maior o veículo, maior a taxa de mortos. Também entre os veículos de duas rodas, quanto maior o veículo, maior a taxa de mortos. Isso é o contrário do que se poderia esperar a partir da relação entre o peso e a taxa de ilesos. Nos veículos de duas rodas, todos os ocupantes estão basicamente pouco protegidos pelo veículo, mas a velocidade é maior nos veículos de maior massa, o que pode explicar as porcentagens relativamente altas de mortos em motocicletas maiores.

A figura 4.19.2 mostra, com base em estatísticas de lesões das seguradoras (TRAST, 2000-2010), que os

danos materiais de caminhões são mais caros se a segunda parte envolvida no acidente for outro caminhão do que se for um veículo de passeio. No entanto, não há grande diferença na extensão dos danos nos automóveis de passeio em colisões com outros automóveis ou caminhões. A extensão dos danos em veículos de passeio é menor se a segunda parte for um ciclista ou pedestre. Danos de maior monta para automóveis ocorrem em colisões com trens, bondes ou animais grandes (alces, por exemplo) e em acidentes envolvendo um único veículo. Os resultados se baseiam apenas em danos materiais que foram relatados às seguradoras. Os danos materiais de acidentes com vítimas são inclusos nas estatísticas, mas as lesões, não. Acidentes com danos materiais menores via de regra não são registrados e por isso os resultados não mostram a extensão dos danos materiais de um acidente médio.

Um fator importante para explicar a relação entre o peso do veículo e o risco de lesão é a variação da velocidade em uma colisão. Em uma colisão frontal entre dois automóveis, a variação de velocidade relativa (ΔV) é inversamente proporcional à relação de pesos entre os veículos (Harms, 1992; Evans, 1994). Quando dois veículos, um de 20 toneladas e um de 2 toneladas, ambos com uma velocidade de 80 km/h colidem frontalmente, a mudança de velo-

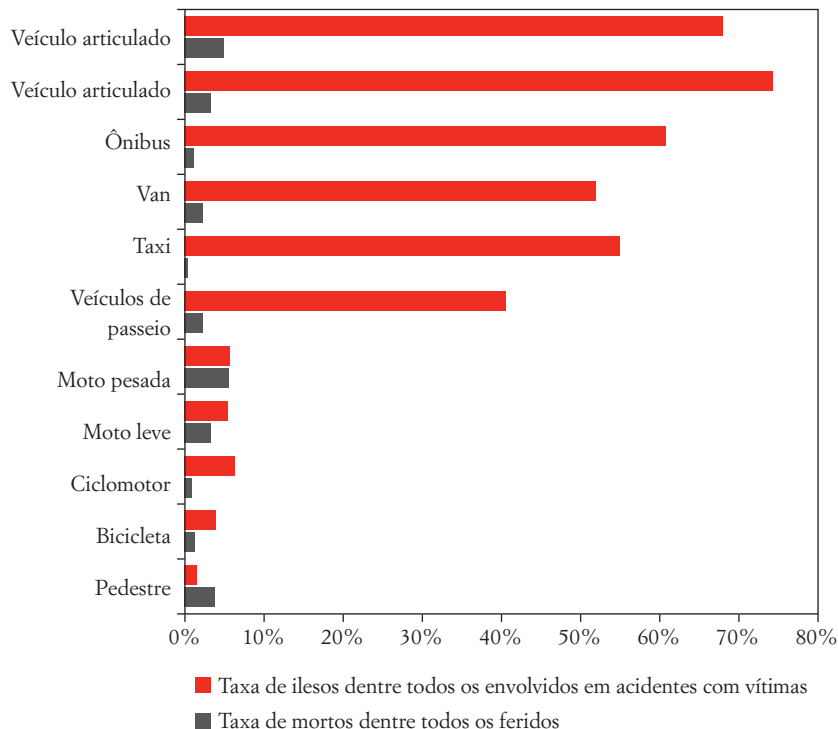


Figura 4.19.1: Relação entre o peso do veículo e a taxa de todos os condutores/pedestres envolvidos, ilesos ou mortos em acidentes com vítimas relatados à polícia (2000-2009).

cidade é de 14,5 km/h para o veículo de maior peso e 145,5 km/h para o veículo menor. A soma das mudanças de velocidade é igual à velocidade de colisão relativa (80 + 80 km/h = 160 km/h). A probabilidade de lesão em um acidente depende fortemente da variação de velocidade relativa do acidente. O peso do veículo pode influir tanto em como as lesões são distribuídas entre os diferentes grupos de veículos e usuários da via quanto no número total de lesões. O peso do veículo tem, no entanto, relação com uma série de outras características que também estão relacionadas a acidente ou risco de lesão. Veículos mais pesados são muitas vezes mais altos, mais largos e mais rígidos que veículos mais leves (ver capítulo 4.22). Os veículos maiores têm melhores condições de absorção da energia de colisão na deformação que os veículos menores. Segundo Wood (1997), o tamanho do veículo tem maior impacto no risco de lesão em caso de colisão do que seu peso.

As variações no risco de lesão relacionadas ao peso dos automóveis são uma questão de distribuição de riscos entre os grupos de veículos e de usuários. Isso afetará o número total de vítimas no trânsito. A finalidade de qualquer regulamentação do peso dos veículos como medida de segurança viária é afetar a distribuição da massa dos veículos, de modo que

o número total de pessoas feridas no trânsito seja o menor possível, com um determinado número de veículos e um dado risco de acidentes por quilômetro percorrido.

Descrição da medida

Medidas que podem ser relevantes para regular o peso dos veículos incluem:

- Informar os consumidores sobre a relação entre o peso do veículo e o risco de lesão para os ocupantes do veículo e outras pessoas, no caso de colisões;
- Regulamentar a concessionária de rodovia (que cobra pedágio) com o objetivo de aperfeiçoar a distribuição de peso sobre o pavimento na frota de veículos;
- Proibir a utilização de veículos abaixo de um determinado peso;
- Proibir a utilização de veículos acima de um determinado peso.

Não foram encontrados estudos de avaliação dessas medidas. Este capítulo resume o conhecimento sobre a relação entre o peso dos automóveis e o número

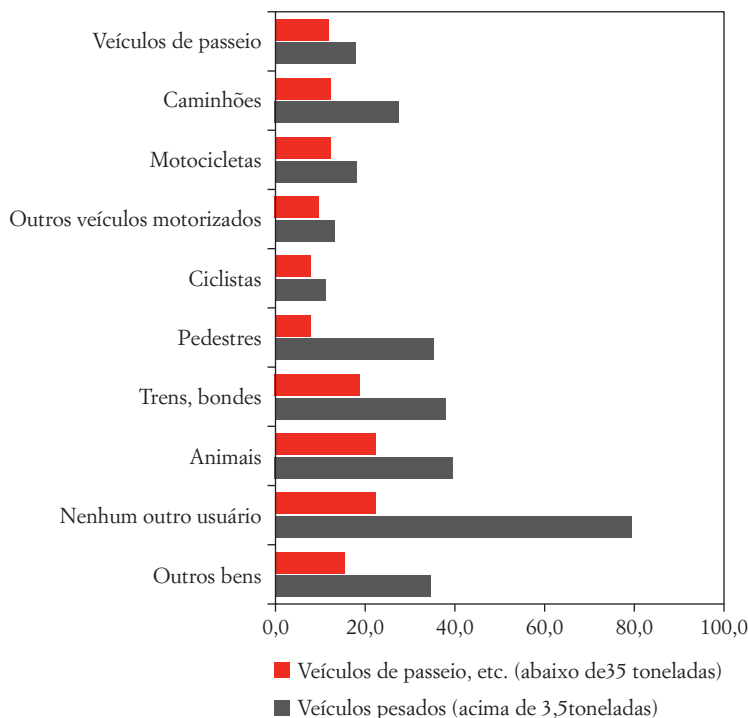


Figura 4.19.2: Valor médio da indenização por danos por acidente (em mil NOK) em acidentes com e sem vítimas relatados às companhias de seguros (TRAST, 2000-2010).

ro de feridos ou mortos em um acidente no veículo em questão e nos ocupantes do outro veículo nos casos de colisões.

O peso dos veículos está relacionado a várias outras características significativas para a ocorrência de lesões tanto no próprio veículo quanto no segundo veículo envolvido no acidente com colisão. Estas características incluem seu tipo, altura, rigidez e estabilidade. A relação entre estes fatores e o risco de acidentes e lesões está descrita no capítulo 4.22.

Impacto sobre os acidentes

Os parágrafos que se seguem resumem os resultados de estudos que tratam da relação entre o peso dos veículos e o:

- (1) risco próprio: risco de lesão para ocupantes do veículo em questão;
- (2) risco de terceiros: risco de lesão para ocupantes dos outros veículos que colidem com o veículo em questão;
- (3) risco próprio e de terceiros em colisões entre veículos de mesmo peso (risco global de prejuízo);
- (4) risco próprio e de terceiros em colisões entre veículos de diferentes pesos (risco de lesão relativo);
- (5) risco próprio e de terceiros em colisões entre veículos de diferentes pesos (risco global de lesão);
- (6) número total de mortos/feridos se o peso médio de toda a frota mudar.

Em colisões entre dois veículos, denomina-se o veículo em questão, que é o foco de um estudo, como veículo 1. O risco próprio diz respeito ao risco dos ocupantes do veículo 1. O veículo com o qual o veículo 1 colide denomina-se veículo 2 ou, alternativamente, segundo envolvido na colisão. O risco de terceiros é o risco dos ocupantes do veículo 2.

Ao comparar o risco próprio e o de terceiros entre os veículos de pesos diferentes, o resultado depende da distribuição de pesos da frota em que eles estão inseridos (Tolouei e Titheridge, 2009). Isso significa, por exemplo, que o risco próprio de um veículo de 1.200 kg não será o mesmo em uma frota com uma massa média de 1.100 kg ou uma frota cuja massa média seja 1.500 kg. Este fator pode tornar difícil a comparação dos resultados dos estudos de diferentes países entre estudos mais antigos e mais recentes ou ainda a transferência dos resultados de estudos mais antigos ou de outros países.

(1) Risco próprio: Risco de lesão para ocupantes do veículo 1

Estudos que examinaram a relação entre o peso do veículo e o risco próprio compararam o risco de lesão em veículos de diferentes pesos em diferentes acidentes. Em colisões com outros veículos, o peso do segundo veículo varia. A tabela 4.19.1 mostra uma visão geral do risco próprio relativo para os condutores em veículos de diferentes pesos. Os resultados se baseiam nos seguintes estudos:

Evans e Wasiliewski, 1987 (EUA);
 Bjørketun, 1992 (Suécia);
 Evans e Frick, (EUA);
 Tapio et al., 1995 (Finlândia);
 Broughton, 1996a (Grã-Bretanha);
 Farmer, Braver e Mitter, 1997 (EUA);
 Kahane, 2003 (EUA);
 Wenzel e Ross, 2005 (EUA) e
 Tolouei e Titheridge, 2009 (Grã-Bretanha).

Para resumir os resultados, o risco próprio em todos os estudos foi estipulado igual a 1 para veículos com massa entre 1.300 e 1.500 kg. Para os veículos de outras categorias de massa, o risco próprio relativo foi calculado como risco próprio em seu grupo de massa, dividido pelo risco de veículos entre 1.300 e 1.500 kg. Com base nos resultados de todos os estudos, a média ponderada foi calculada para cada categoria de massa. Todos os estudos utilizaram diferentes abordagens para estimar o risco próprio. Alguns estudos compararam diretamente o risco próprio de veículos de diferentes pesos, enquanto outros compararam funções que descrevem a relação entre o peso e o risco próprio. Alguns controlaram uma série de variáveis além do peso, incluindo fatores como tipo de veículo e características do condutor. O risco próprio, na maioria dos estudos, é definido como o número de lesões por acidente ou, em alguns estudos, como o número de acidentes com vítimas por veículo registrado. No entanto, há relativamente pouca variação nos resultados.

Os resultados da tabela 4.19.1 mostram que o risco dos condutores no veículo 1 (próprio) é mais baixo em veículos de maior massa. O risco de morrer diminui mais do que o risco de ser ferido quando a massa do veículo aumenta.

Os resultados relativos aos ferimentos são baseados principalmente em estudos mais antigos. Isso significa, em primeiro lugar, que a maioria dos veículos que estão inclusos nos estudos tiveram como segun-

TABELA 4.19.1: RISCO PRÓPRIO RELATIVO DE CONDUTORES EM VEÍCULOS DE DIFERENTES MASSAS.

Massa (kg) do veículo 1	Risco de ser ferido em acidente no veículo 1	Risco de ser ferido em acidente no veículo 1 (Toulousei e Titheridge, 2009)	Risco de ser ferido gravemente em colisão lateral no veículo 1	Risco de ser morto em acidente no veículo 1
<900	1,57	1,18	3,57	2,32
900 - 1100	1,32	1,13	2,53	1,92
1100 - 1300	1,18	1,06	1,59	1,34
1300 - 1500	1,00	1,00	1,00	1,00
1500 - 2000	0,85	0,90	0,44	0,70
> 2000	0,71	0,78	0,08	

do envolvido na colisão veículos mais leves que os veículos da frota atual. Em segundo lugar, houve uma significativa melhora na segurança passiva dos veículos após a publicação dos estudos e também muitos dos veículos mais pesados foram projetados de forma mais compatível com veículos menores. As diferenças de massa podem, portanto, ser de menor importância na frota atual, tanto porque os veículos tornaram-se mais seguros, quanto porque as diferenças de altura diminuíram (que, em grande parte, estão relacionadas às diferenças de massa). Esta hipótese é confirmada quando se atenta para os resultados relativos ao risco próprio de ser ferido em um acidente, baseando-se nos estudos mais recentes (Toulousei e Titheridge, 2009).

O resultado da tabela 4.19.1 relativo ao risco próprio de ser gravemente ferido em uma colisão lateral tem base no estudo de Farmer et al. (1997). Os resultados deste estudo mostram que, para cada 100 libras (cerca de 45 kg) de aumento da massa do veículo de passeio, o risco de lesões graves diminui 7% para os ocupantes do lado da colisão e 13% para os ocupantes do outro lado. Houve controle do tipo de veículo (de passeio X SUV/picapes), características do condutor e a massa do outro veículo na colisão. Não foi fornecida nenhuma informação a respeito da massa dos veículos incluídos no estudo, mas há todos os tipos de veículos: utilitários esportivos, picapes e vans de até 5 toneladas. A redução dos riscos em veículos mais pesados em comparação aos menos pesados parece improvavelmente grande, mas não foi encontrada nenhuma explicação para isso.

Com base nos estudos que estão resumidos na tabela 4.19.1, estima-se que um aumento da massa em 100 libras em média resulta em uma redução do risco de se ferir, em caso de acidente, de 7,1%. O impacto é um pouco maior entre os veículos mais leves que entre os veículos mais pesados, mas há uma variação considerável nos efeitos estimados entre as categorias de massa.

Toulousei e Titheridge (2009) e Broughton (1996b) utilizaram o mesmo método para calcular o risco próprio de diferentes tipos de veículos. Ambos os estudos são baseados em acidentes no Reino Unido. No estudo mais recente, a média do risco próprio é mais elevada e o impacto de uma redução da massa é menor que no estudo mais antigo. Isso se explica pelo fato de a massa da frota de veículos ter aumentado e o risco próprio depender tanto da própria massa do veículo quanto da distribuição das massas do restante da frota.

Dois estudos compararam o risco de morte para condutores em veículos de diferentes tamanhos (Broughton, 2008; Wenzel e Ross, 2005 (ver tópico abaixo que trata do risco próprio e de terceiros – risco global de lesão)). Os resultados de ambos os estudos mostram que o risco para condutores de veículos de passeio na maior parte diminui quando os veículos aumentam de tamanho. Isso não se aplica a veículos esportivos, SUVs, picapes e vans. Os veículos esportivos e as picapes têm o risco mais elevado de todos os tipos de veículos, seguido dos automóveis de categoria mini. O menor risco próprio é dos automóveis grandes e de luxo. Estes resultados mostram que a massa (ou tamanho) não é o único fator que afeta o risco de lesão e que existem outras propriedades de diferentes tipos de carros que têm impactos tão significativos quanto o peso ou o tamanho (ver capítulo 4.22).

Resumindo os resultados, os ocupantes em veículos mais pesados estão mais protegidos em caso de colisão com outros veículos do que os ocupantes em veículos mais leves, quando mantidas inalteradas todas as outras características.

(2) Risco de terceiros: Risco de lesão para os ocupantes do veículo 2 que colide com o veículo 1

Estudos que examinaram a relação entre a massa dos veículos e o risco para terceiros compararam o

número de lesões entre os condutores dos veículos que colidiram (veículo 2) com os veículos em questão (veículo 1). A massa dos outros veículos varia. A tabela 4.19.2 mostra uma visão geral do risco relativo para terceiros para veículos de diferentes massas. O risco é igual a 1 para veículos entre 1.300 e 1.500 kg. Os resultados se baseiam nos seguintes estudos:

Evans e Wasiliewski, 1987 (EUA);
Bjørketun, 1992 (Suécia);
Evans e Frick, 1992 (EUA);
Tapio et al., 1995 (Finlândia);
Broughton, 1996a (Grã-Bretanha);
O'Neill e Kyrychenko, 2004 (EUA) e
Wenzel e Ross, 2005 (EUA).

Os resultados da tabela 4.19.2 mostram que o risco de lesão em terceiros aumenta até cerca de 1.300-1.500 kg. Quando os veículos possuem massa de 1.500 kg ou mais, o risco para terceiros aumenta muito pouco.

Os resultados se baseiam principalmente em estudos mais antigos. A maioria dos veículos correspondentes à segunda parte envolvida nos acidentes incluídos nos estudos é, portanto, de menor massa que os automóveis da frota atual. Isso pode ser parte da razão pela qual o risco para terceiros dificilmente aumenta para veículos com mais de 1.500 kg. Antes de 1996, a maioria dos veículos de massa superior a 1.500 kg teve veículos mais leves como segundo veículo envolvido na colisão. O único estudo posterior ao ano de 2000 incluído nos resultados da coluna da esquerda da tabela 4.19.2 (Wenzel e Ross, 2005) não mostrou nenhuma grande relação entre a massa e o risco para terceiros. No entanto, isso pode ser explicado pelo fato de o risco, neste estudo, ter sido calculado como o número de lesões por veículo registrado, enquanto o risco nos outros estudos foi calculado como o número de lesões por acidente. Em outras palavras, no estudo de Wenzel e Ross o risco estimado para terceiros não é só uma função do risco de ferimentos em caso de colisão,

mas também o risco de ser envolvido em um acidente.

Os resultados referentes ao risco de morte em colisões frontais ou laterais se baseiam nos resultados para os veículos de passeio no estudo de O'Neill e Kyrychenko (2004). Nesse estudo não se encontra nenhum efeito decrescente da massa em relação ao risco para terceiros entre os automóveis mais pesados. O estudo mostrou que o risco para terceiros em colisões frontais aumenta mais expressivamente para SUVs que para veículos de passeio quando a massa aumenta, enquanto o aumento do risco para terceiros em colisões laterais é menor para SUVs que para veículos de passeio quando a massa é maior. Para veículos de passeio, um aumento de 250 libras na massa leva a um aumento de 1,8% no risco de terceiros em uma colisão frontal e de 10,3% em colisão lateral. Os aumentos correspondentes para o risco de terceiro para SUVs são, respectivamente, de acordo com o exposto, 6,1% e 8,3%.

Dois estudos compararam o risco de morte para os condutores em automóveis de diferentes tamanhos (Broughton, 2008; Wenzel e Ross, 2005; ver tópico abaixo que trata do risco próprio e para terceiros – risco global de lesão). Nenhum dos estudos mostra que os riscos para terceiros têm qualquer relação consistente com o tamanho dos automóveis. Uma vez que existem modelos de veículos semelhantes e não houve outro fator controlador, exceto a massa, os resultados podem mostrar um impacto do tipo de veículo mais expressivo que o impacto da massa do veículo, embora alguns tipos de automóveis tenham massas diferentes.

Em suma, os resultados apresentados neste tópico demonstram que veículos mais pesados representam um risco maior para o segundo veículo envolvido na colisão do que veículos mais leves. A relação entre o peso e o risco para terceiros é mais fraca e menos consistente que a relação entre peso e risco próprio. Os resultados sugerem que as diferenças

TABELA 4.19.2: RISCO RELATIVO PARA TERCEIROS PARA VEÍCULOS DE PESO DIFERENTE.

Massa (kg)	Risco de lesão em terceiros	Risco de morte em colisão frontal para terceiros	Risco de morte em colisão lateral para terceiros
<900	0,59	0,92	0,62
900 – 1100	0,78	0,94	0,71
1100 – 1300	0,89	0,97	0,84
1300 – 1500	1,00	1,00	1,00
1500 – 2000	0,99	1,06	1,35
> 2000	1,08	1,19	2,59

de peso são menos significativas para o risco para terceiros entre veículos mais pesados que entre veículos mais leves.

(3) Risco próprio e para terceiros em colisões entre veículos de mesma massa (risco global de lesões)

Um panorama do risco total de lesão para ocupantes do veículo em questão (veículo 1) e no segundo veículo envolvido (veículo 2) em colisões entre dois veículos com a mesma massa é apresentado na tabela 4.19.3. Os resultados se baseiam nos seguintes estudos:

- Evans e Wasielewski, 1987 (EUA);
- Björketun, 1992 (Suécia);
- Broughton, 1996a (Grã-Bretanha);
- Evans e Frick, 1992 (EUA) e
- Wood e Simms, 2002 (EUA).

Os resultados da tabela 4.19.3 mostram que o risco total de lesão em ambos os veículos em colisões entre dois veículos que tenham a mesma massa será menor quanto maior a massa dos veículos. Este fato mostra ambos os resultados empíricos demonstrados no estudo de Woods e Simms (2002), que se baseia em avaliações teóricas. Segundo Woods e Simms (2002), o risco relativo de ferimentos em colisões entre dois veículos com a mesma massa é inversamente proporcional à massa dos veículos.

(4) Risco próprio e para terceiros em colisões entre veículos de massa diferente (risco relativo de lesão)

Em colisões entre dois veículos, a diferença entre as massas dos dois veículos afeta o risco de lesão. O risco relativo de lesão refere-se à relação entre o risco de acidentes para os ocupantes do veículo 1 e o risco de acidentes para os ocupantes do veículo 2. Os resultados são menos afetados pela massa média

da frota e pela distribuição da massa que os resultados apresentados nos tópicos de risco próprio e riscos de terceiros.

Vários estudos mostraram que a relação entre o risco de morte em dois veículos em mesmas condições em caso de colisão é uma função de potência da relação entre a massa dos dois veículos (Evans, 1994; Wood e Simms, 2002):

$$(Risco\ de\ morte\ do\ condutor\ do\ veículo\ 1 / Risco\ de\ morte\ do\ condutor\ do\ veículo\ 2) = (Massa\ do\ veículo\ 2 / Massa\ do\ veículo\ 1)^a$$

Segundo Evans (1994), o expoente é 3,6 em caso de colisão. Wood (1997) calculou diferentes expoentes com base em diferentes modelos teóricos. De acordo com Woods e Simms (2002), o expoente é maior para velocidades mais elevadas e em acidentes mais graves. O expoente é de cerca de 1 em baixa velocidade em geral, de 1,25 em acidentes com feridos e pode ser de até de 3,74 em acidentes fatais. Uma vez que o expoente é maior que 1, quanto maior o número total de mortes (em ambos os veículos), maior é a diferença entre as massas dos dois veículos, pois o número de mortes no veículo de menor massa (veículo 1) aumenta mais quando o veículo 2 é de maior massa do que diminui o número de mortos no veículo 2. Por exemplo, se o veículo 1 tem 1.500 kg e o veículo 2 tem 1.600 kg, o risco de morte para os condutores de ambos os veículos é 2,7% mais alto que se o veículo 2 também tivesse 1.500 kg. Se os dois veículos tiverem a mesma massa, o risco de morte é o mesmo para ambos os condutores. A função é desenvolvida com base na relação entre massa e variação da velocidade nas colisões. A função também é validada empiricamente com dados de acidentes.

Jokschi et al. (1998) mostraram, com base em dados de acidentes fatais, que a relação entre a massa de dois veículos em uma colisão pode ser descrita com a seguinte fórmula:

TABELA 4.19.3: RISCO RELATIVO DE LESÃO EM COLISÕES ENTRE DOIS VEÍCULOS DE MASSA SEMELHANTE (RISCO PARA 1.100-1.300 KG = 1,00).

Massa (kg)	Risco relativo de lesão em ambos os veículos (empírico)	Risco relativo de lesão em ambos os veículos (teórico)
<900	1,11	1,65
900 – 1100	1,21	1,40
1100 – 1300	1,10	1,17
1300 – 1500	1,00	1,00
1500 – 2000	0,65	0,80
> 2000	0,70	0,56

$\log(\text{Risco de morte do condutor do veículo 1}/\text{Risco de morte do condutor do veículo 2}) = 4 * \log(\text{Massa do veículo 2}/\text{Massa do veículo 1})$

Broughton (1996a) descreve o risco relativo de lesão em caso de colisão como uma função da diferença entre as massas dos dois veículos envolvidos. O risco relativo de lesão aumenta em torno de 27% a cada 100 kg de diferença de massa.

A figura 4.19.3 mostra o risco relativo de morte (risco de morte para o condutor do veículo 1/risco de morte para o condutor do veículo 2) em relação à massa do veículo 2 em colisões entre os veículos 1 e 2 em que o veículo 1 possui massa de 1.400 kg. Todas as três funções têm aproximadamente a mesma forma, mas evoluções diferentes. O risco do condutor do veículo 1 aumenta em maior grau com a função exponencial que com a função logarítmica. Ambos, expoente e constante, podem variar na função logarítmica e, quando o expoente é 1,75, as duas funções são praticamente idênticas. O maior aumento no risco relativo é encontrado com função diferencial (Broughton, 1996a). A relação entre as três funções altera-se dependendo da massa do veículo 1, utilizada como base. Na figura 4.19.3, o risco relativo é igual a 1 quando o veículo 1 tem massa de 1.400 kg. Se, por exemplo, o risco relativo é definido igual a 1 quando o veículo 1 tem massa de 1.000 kg, a diferença de massa fica mais parecida com a função exponencial e a diferença entre a função exponencial e a logarítmica aumenta.

Com base no estudo de Broughton (2008), foi elaborado um resumo na tabela 4.19.4, que contém o risco

relativo de morte ou ferimentos graves no veículo de menor massa (em comparação com o risco no veículo de maior massa da colisão) em colisões entre dois veículos de diferentes massas. Não existe nenhuma informação a respeito da massa dos tipos de veículos. Os resultados são apresentados, portanto, para diferentes tipos de veículos que têm massas diferentes.

Evans (2001) mostrou que o risco de morte em um veículo de passeio com passageiros é 7,5% mais baixo que no veículo sem passageiros. Contudo, o risco de ser morto em uma colisão com um veículo de passeio com passageiros é 8,1% maior que em uma colisão com um veículo sem passageiros. Isso mostra, segundo Evans (2001), que o veículo estando mais pesado reduz o risco para os ocupantes do veículo em questão, mas o risco aumenta para os ocupantes do segundo veículo envolvido na colisão.

Os resultados abordados neste tópico podem ser assim sintetizados: o risco relativo de morte ou lesão em colisões entre dois veículos aumenta com o aumento da diferença de massa entre eles, e o risco aumenta em maior grau quanto maior for a diferença de massa. As funções estimadas são, na maioria das vezes, estimadas com base em relações teóricas entre massa, variação da velocidade e deformação na colisão. As relações são, da mesma forma, validadas pelos dados empíricos de acidentes. As explicações para a relação entre as diferenças de massa e o risco de lesão variam. A massa é, na maioria dos estudos, o fator mais significativo para o risco de lesão em colisões entre veículos de diferentes massas. Alguns estudos, no entanto, afirmam que o tamanho dos veículos é mais importante que a massa, mas que

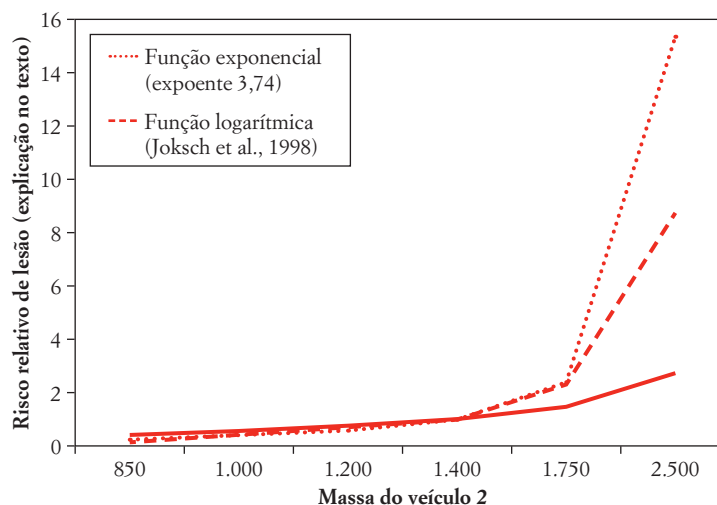


Figura 4.19.3: Relação entre a massa do veículo 2 e risco de morte do condutor do veículo 1 em uma colisão em que o veículo 1 possui massa de 1.400 kg.

TABELA 4.19.4: O RISCO RELATIVO DE MORTE OU FERIMENTO GRAVE NO AUTOMÓVEL MAIS LEVE (EM COMPARAÇÃO COM O RISCO NO AUTOMÓVEL MAIS PESADO) EM COLISÕES ENTRE DOIS VEÍCULOS DE PESOS DIFERENTES (COM BASE EM RESULTADOS DE BROUGHTON, 2008).

	Automóvel mini	Automóvel pequeno	Automóvel médio	Automóvel grande	4X4, vans
Automóvel mini	1,0				
Automóvel pequeno	1,7	1,0			
Automóvel médio	2,2	1,4	1,0		
Automóvel grande	2,8	1,5	1,2	1,0	
4X4, vans	3,8	2,4	1,7	1,7	1,0

tamanho e massa estão tão inter-relacionados que o risco relativo de lesão também pode ser descrito como uma função da massa (Wood, 1997; Woods e Simms, 2002).

Os resultados deste capítulo referem-se apenas ao *risco* relativo de lesão. Os resultados não dizem nada sobre se a massa combinada de ambos os veículos afeta o risco da ocorrência de acidentes ou se o risco em colisões entre dois veículos de mesma massa aumenta ou diminui com o aumento da massa.

(5) Risco próprio e para terceiros em colisões entre veículos de diferentes massas (risco global de lesão)

Com base nos estudos resumidos nos parágrafos anteriores, a figura 4.19.4 mostra o risco global de ferimentos como uma soma do risco próprio e para terceiros para diferentes grupos de massas. Os nú-

meros ao lado das barras manifestam o risco global de lesão. O risco próprio na figura 4.19.4 é calculado como na tabela 4.19.1 (coluna da esquerda), mas os resultados do estudo de Wenzel e Ross (2005) foram omitidos, porque se aplicam a todos os tipos de acidentes, e não apenas às colisões. O risco para terceiros na figura 4.19.4 são conforme mostrados na tabela 4.19.2 (coluna da esquerda).

A figura 4.19.4 mostra que, quanto maior a massa do veículo 1, menor é o risco global de lesão para os condutores de ambos os veículos em uma colisão. Os resultados devem ser interpretados com cautela no que diz respeito à sua aplicabilidade à frota atual (ver explicações no texto sob as tabelas 4.19.1 e 4.19.2).

Broughton (2008) e Wenzel e Ross (2005) compararam o risco de morte para os condutores de veículos de vários tamanhos. Os resultados do estudo

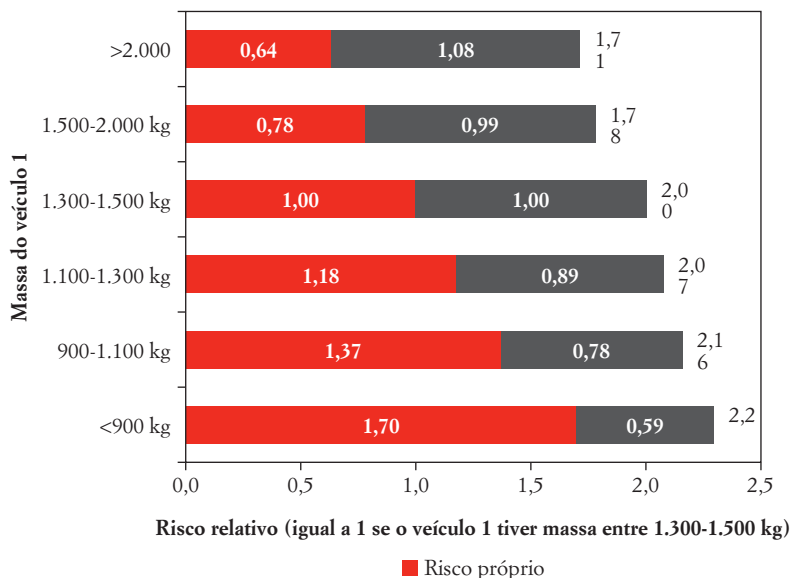


Figura 4.19.4: Risco global de lesão como a soma do risco próprio e do risco para terceiros.

de Broughton (2008) baseiam-se em colisões entre dois automóveis, mas os resultados para Wenzel e Ross se baseiam em todos os tipos de acidentes. A massa média dos automóveis nos diferentes grupos não foi fornecida, e ambos os estudos têm diferentes agrupamentos de tipos de automóveis. Os resultados dos dois estudos são, por conseguinte, resumidos na tabela 4.19.5 separadamente. A tabela mostra o risco relativo, de modo que o risco em automóveis médios é definido igual a 1 em todas as colunas da tabela. Os resultados de ambos os estudos demonstram que na maioria das vezes o risco próprio diminui e que o risco para terceiros aumenta quando o tamanho dos automóveis aumenta. Entretanto, isso diz respeito apenas a veículos de passeio. As SUVs têm maior risco para terceiros e maior risco total que os veículos de passeio. As picapes têm maior risco próprio e para terceiros e, por isso, também têm maior risco global que as SUVs. Para os automóveis esportivos, os resultados dos dois estudos são contraditórios.

(6) Número total de mortos/feridos se a massa média de toda a frota mudar

Vários estudos estimaram os efeitos em relação ao número total de lesões com a mudança da massa média da frota de veículos. Os resultados não podem ser resumidos com meta-análise, porque os estudos estimam efeitos de diferentes alterações de massa. Os cálculos são hipotéticos e só levam em conta as mudanças na massa do veículo. Na maioria dos estudos, não é levado em conta se as alterações de massa podem ter efeitos diferentes entre os veículos mais leves e mais pesados. Os resultados são inconsistentes: uma massa reduzida significa menos mortos ou

feridos em alguns estudos, mais mortos ou feridos em outros estudos e, ainda, nenhuma mudança no número de mortos ou feridos em alguns estudos. Na maioria dos estudos, acredita-se que o risco de lesão em caso de colisão seja influenciado tanto pela massa total de ambos os veículos quanto pela diferença de massa entre eles.

Estudo que mostra que a massa reduzida resultaria em menos mortes ou lesões: Broughton (1995) mostrou que uma redução de 5% na massa de todos os automóveis na Grã-Bretanha levaria a uma diminuição do número de pessoas gravemente feridas em áreas urbanas em 3,8% e uma diminuição de 2,9% no número de ocupantes de automóvel gravemente feridos em acidentes em áreas rurais.

Estudos que mostram que a massa reduzida causaria mais mortes ou lesões: Os resultados dos estudos que estão resumidos na figura 4.19.4 indicam que o número total de vítimas fatais aumentaria se todos os automóveis tivessem sua massa reduzida.

Klein, Hertz e Boren (1991) estimaram os efeitos da redução da massa média dos veículos a partir de cerca de 1.680 kg para 1.225 kg nos estados do Texas e de Maryland (EUA). Para o Texas, estimou-se que o número de pessoas feridas aumentaria em 11%; para Maryland, o aumento previsto seria de 4%.

Buzeman et al. (1998) mostraram, com a ajuda de modelo de cálculos, que uma redução da massa média dos automóveis em 20% resultaria em um aumento do número de feridos em 1,5% e em um aumento do número de mortes de 5,4%. No entanto, uma redução das diferenças de massa de

TABELA 4.19.5: RISCO PRÓPRIO RELATIVO DE CONDUTORES DE VEÍCULOS DE DIFERENTES MASSAS.

Tipo de automóvel	Broughton (2008)			Wenzel e Ross (2005)		
	Risco próprio	Risco para terceiros	Risco para ambos	Risco próprio	Risco para terceiros	Risco para ambos
Automóveis minis	1,69	0,45	2,14			
Automóveis pequenos	1,19	0,81	1,99	1,40	0,99	2,39
Automóveis médios	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00
Automóveis grandes	0,53	0,86	1,39	0,94	1,05	1,99
Automóveis de luxo				0,50	0,59	1,10
Automóveis esportivos	0,98	0,73	1,71	2,64	1,53	4,16
Vans				0,53	1,14	1,67
SUVs				1,02	1,51	2,54
4WDs e vans	0,42	0,97	1,39			
Picapes compactas				1,63	2,12	3,76
Picapes grandes				1,53	4,03	5,56

20% (por meio da redução das massas maiores ou aumento das massas menores), de acordo com o modelo de cálculos, conduziria a uma redução do número de feridos de 0,9% e a uma redução do número de mortes de 3,2%.

A NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration, EUA) (1997) mostrou que a redução da massa média dos veículos de passeio em 100 libras aumentaria o número total de vítimas fatais em acidentes com automóveis em 1,1%. O número de feridos graves aumentaria em 1,6%, e o número de feridos leves aumentaria em 3,2%. O número de mortos poderia aumentar mais em acidentes de capotamento e colisões com SUVs, picapes e vans (estes veículos foram tomados na análise como tendo a massa inalterada). Em colisões com pedestres, ciclistas, motociclistas e outros automóveis, o número de mortes diminuiria. Em colisões entre automóveis de passeio, o número de mortos diminuiria em 0,62% (sem significância estatística). Se a massa média de caminhões leves (SUVs, picapes e vans) fosse reduzida em 100 libras, os resultados mostram que o número de mortes em acidentes envolvendo caminhões leves diminuiria em 0,3%, o número de feridos graves diminuiria em 1,3% e o número de feridos leves aumentaria em 1,5%. Os resultados se aplicam a todos os envolvidos em acidentes em, respectivamente, automóveis de passeio e caminhões leves. Pedestres e ciclistas estão inclusos apenas nos resultados do impacto em relação ao número de vítimas fatais; não há resultados do impacto em relação ao número de feridos. O número de acidentes fatais poderia aumentar em colisões com objetos fixos e veículos mais pesados, enquanto o número de acidentes fatais poderia diminuir em acidentes envolvendo pedestres, ciclistas ou motociclistas e em colisões com automóveis. Acredita-se que a massa dos veículos de passeio tenha permanecido inalterada. Em colisões entre caminhões leves, o número de mortos diminuiria em torno de 0,54% (sem significância estatística).

Estudos com outros resultados: Os resultados de Evans e Frick (1992) mostram que o número relativo de acidentes fatais poderia aumentar de 1,0 a 1,4 se a massa de todos os veículos aumentasse de 830 kg para aproximadamente 1,2 tonelada. Se todos os veículos tivessem massa de 1,4 tonelada ou mais, o número relativo de mortes cairia abaixo de 1,0. No entanto, é um cenário improvável que todos os veículos em uma frota tenham exatamente a mesma massa.

Com base em um modelo matemático, Wang e Kockelmans (2005) estimaram que o número total de

mortos ou feridos não mudaria se todos os automóveis tivessem sua massa aumentada em 1000 libras.

A maioria dos resultados que estão resumidos neste tópico sugere que uma redução da massa média de toda a frota resultaria em um aumento do número de mortos ou feridos. Se uma mudança da massa média afeta o número de mortos ou feridos, ele também é afetado pela distribuição da massa (diferenças de massa) e pelos tipos de veículos (por exemplo, se os automóveis mais pesados forem principalmente veículos de passeio ou SUVs). Se os condutores tivessem a impressão de que os automóveis os protegiam menos do que hoje em dia, não é inconcebível que isso os teria levado a um comportamento de condução mais cuidadoso, que teria surtido tanto impacto no número de acidentes com feridos quanto a mudança na massa em si.

Impacto na mobilidade

Medidas que visam alterar a distribuição de massas em uma determinada frota de veículos podem ter efeitos indiretos na mobilidade. Medidas que diferenciem um grupo leve e/ou pesado de veículos ou tenham em vista uma distribuição mais uniforme da massa na frota podem levar a um comportamento mais uniforme no trânsito em termos de menores variações de velocidade, por exemplo. Isso pode tanto oferecer melhor mobilidade no trânsito quanto menos necessidade de ultrapassagens. Estes impactos não estão documentados empiricamente.

Impacto no meio ambiente

Mudanças no peso dos veículos podem afetar as condições ambientais, porque há uma relação entre o peso dos veículos e o consumo de combustível. A redução do peso dos veículos em 10% levaria a uma redução média do consumo de combustível de 6 a 7% (Cheah et al., 2007).

Com base nas informações a respeito das 46 variedades dos 30 modelos de automóveis mais vendidos na Noruega em 2009 (Opplysningsrådet for veitrafikken, bildata, 2010), a figura 4.19.5 estabelece uma relação entre massa e consumo de combustível medida em litros por milha, em tráfego misto. Já a figura 4.19.5 demonstra que os veículos de maior massa consomem mais combustível que os veículos de menor massa. Isso resulta em um aumento das emissões.

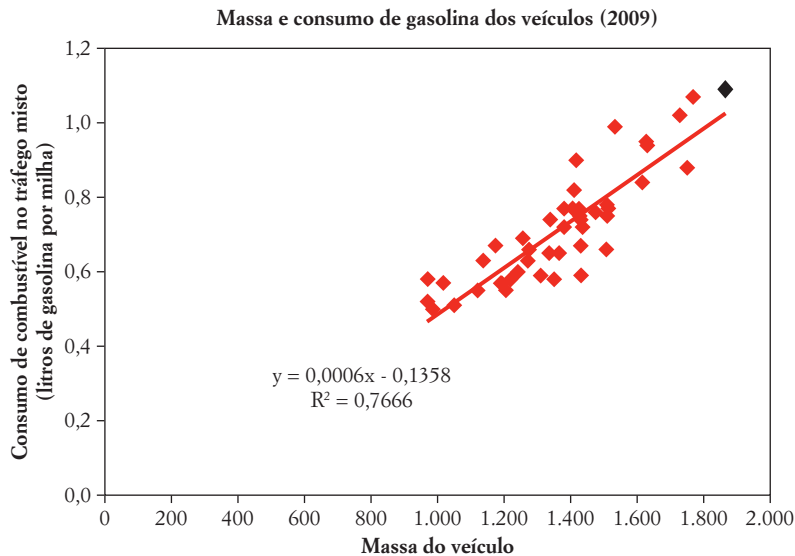


Figura 4.19.5: Relação entre massa e consumo de combustível em automóveis (Conselho de Informações de Tráfego Rodoviário).

O estudo realizado por Tolouei e Titheridge (2009) mostrou que a massa tem um impacto maior no consumo de combustível em automóveis a diesel que em automóveis a gasolina. Isso significa que se pode economizar mais combustível passando de gasolina para diesel em veículos menores que em veículos maiores. A massa também tem um impacto maior no consumo de combustível em automóveis automáticos que nos manuais, e também maior impacto na condução fora das zonas urbanas. O último impacto pode ser explicado pela relação entre a massa e a resistência ao rolamento, de modo que a resistência ao rolamento é maior a uma velocidade mais elevada, e a velocidade é maior nas áreas rurais. A percentagem de aumento de consumo de combustível quando a massa do veículo aumenta em 100 kg é apresentada na tabela 4.19.6.

TABELA 4.19.6: AUMENTO PORCENTUAL DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL QUANDO A MASSA DO VEÍCULO AUMENTA EM 100 KG (TOLOUEI E TITHERIDGE, 2009).

		Zona urbana	Zona rural
Gasolina	Manual	2,3	2,8
	Automático	3,3	3,9
Diesel	Manual	3,8	5,1
	Automático	4,8	6,2

Custos

Não há valores de custo específicos para as possíveis medidas descritas neste tópico.

Avaliações de custo-benefício

Estimativas dos custos e benefícios das medidas descritas para regular o peso dos veículos não puderam ser realizadas, já que não havia valores de custo para as medidas.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Iniciativas de quaisquer medidas para regular a massa dos veículos devem ser tomadas por autoridades rodoviárias ou concessionárias de rodovias.

Requisitos e procedimentos formais

Atualmente não há regulamentação direta em relação ao peso dos automóveis na Noruega. Indiretamente, forma-se uma regulamentação por meio dos impostos sobre os automóveis. As taxas de contribuição são determinadas, em parte, pela massa do veículo. Os veículos mais pesados têm taxas mais elevadas do que os mais leves. Questões a respeito das alterações nos impostos de veículos são estudadas pelo Ministério das Finanças e apresentadas ao Parlamento (geralmente por intermédio do Orçamento do Estado).

Responsabilidade pela execução das medidas

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e a polícia têm a autoridade e a

responsabilidade por assegurar que os veículos ilegais não trafeguem.

4.20 REGULAMENTAÇÃO DA POTÊNCIA DOS AUTOMÓVEIS

O capítulo foi parcialmente revisado em 2012 por Rolf Hagman e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

A velocidade é um dos principais fatores que contribui para os acidentes (principalmente aqueles mais graves). O risco de ser morto em um acidente aumenta à quarta potência com o aumento da velocidade (Elvik et al., 2004). A capacidade de conduzir em alta velocidade e acelerar rapidamente depende diretamente de o quão potente é o motor do automóvel. Tradicionalmente, a força motora foi definida como cavalos-vapor (hp) de potência máxima que o motor do automóvel pode fornecer. Ambas a potência máxima (em hp) (agora substituído pela unidade de energia quilowatt) e a velocidade máxima dos automóveis aumentaram ao longo dos anos. Ao mesmo tempo, o padrão das vias tem sido melhorado na maioria dos países. Os limites de velocidade e a fiscalização policial não são capazes de impedir toda a condução com excesso de velocidade nem a condução acima de uma velocidade razoável em relação às condições presentes. Atualmente não há nenhuma regulamentação da potência do motor dos veículos. A finalidade da regulamentação da potência do motor é evitar que os efeitos do aumento da segurança dos veículos sejam compensados, ou até mesmo revertidos, pelo aumento da velocidade.

Descrição da medida

A potência do motor dos automóveis normalmente é apresentada na forma de potência máxima. A potência do motor é medida em quilowatts (kW; 1 kW = 1,36 hp), de acordo com o SI (Sistema Internacional Métrico). Uma elevada potência máxima do motor está, em certa medida, relacionada com a rapidez com que um veículo acelera e amplamente relacionada à sua velocidade máxima. Dentro do ambiente de trabalho do motor, a potência é um produto entre torque (medida em Nm) e rotação real (medido em rotações/min).

A potência máxima do motor dos automóveis nos dias de hoje não é regulamentada formalmente, mas automóveis com motores potentes costumam ter um preço mais elevado e em vários países têm impostos mais altos que os automóveis com motores menos potentes. A demanda pela redução da potência do motor (em termos de potência máxima permitida) que possibilite uma redução no excesso de velocidade é vista como uma medida específica.

Geralmente um motor pequeno tem uma potência máxima mais baixa que um motor grande. Um motor a diesel muitas vezes tem uma potência máxima inferior, mas um torque maior que um motor grande equivalente à gasolina. Torna-se impreciso comparar a força de motores a gasolina e a diesel apenas com base na potência máxima.

A possibilidade de um veículo andar em alta velocidade em princípio pode ser limitada pela combustão do motor de baixa potência máxima. A baixa potência máxima do motor é, contudo, uma medida relativamente imprecisa. A medida terá um efeito diferente para os veículos com motores a gasolina e a diesel. Para dar partida e executar uma baixa velocidade, os veículos com motor a gasolina geralmente precisam de um motor com potência máxima maior que os veículos com motores a diesel. A explicação é que motores a diesel geralmente têm um torque significativamente maior em baixa rotação que os motores a gasolina e, portanto, não precisam de uma potência máxima do motor tão alta como os veículos a gasolina. Especificar uma potência máxima do motor é uma medida ainda mais imprecisa, uma vez que, integral ou parcialmente, a propulsão elétrica e os motores elétricos vêm sendo difundidos entre os automóveis.

A figura 4.20.1 mostra a relação entre a potência ativa (kW) e o torque (Nm) do motor em velocidades diferentes para um motor moderno pequeno a gasolina. Este motor é capaz de fornecer potência máxima e atingir velocidade máxima do veículo com cerca de 6.000 rotações/min. Um motor a diesel semelhante terá maior torque em baixas rotações e menor potência máxima. O motor a diesel experimenta, devido a um maior torque em baixa rotação, a mesma potência do motor a gasolina.

Dirigir um veículo pequeno a gasolina com um motor a 6.000 rotações/min pode ser barulhento e desconfortável. Motores elétricos para veículos elétricos e veículos híbridos têm alto torque em baixas rotações, mas não têm potência máxima tão alta

quanto à do motor a gasolina (ver figura 4.20.1). Com um alto torque é, contudo, possível acelerar rapidamente e haverá maior conforto para dirigir que no veículo a gasolina sob maior potência máxima do motor. A alta potência máxima do motor é uma forma tradicional para promover veículos com motores potentes. Uma curva de torque elevada e constante indica que é possível conduzir a altas velocidades em todas as condições de condução.

Nos automóveis modernos, a maioria dos recursos e funções é de controle eletrônico. O controle eletrônico de velocidade, tal como descrito no capítulo 4.34, seria uma das medidas mais adequadas e mais precisas para controlar a aceleração máxima de um automóvel que a limitação de potência máxima.

Impacto sobre os acidentes

É difícil tirar conclusões definitivas a partir de pesquisas estatísticas sobre a relação entre a potência do motor e os acidentes. Os resultados não mostram qualquer efeito da potência do motor isoladamente, mas sim misturada com um conjunto de vários outros fatores que também afetam o risco. Existem algumas pesquisas a respeito da relação entre a potência do motor dos automóveis e os acidentes:

Bock et al., 1989 (Alemanha);
 Elvik e Skaansar, 1989 (Noruega);
 Depto de Transportes do Reino Unido, 1993 (Grã-Bretanha);
 Fontaine e Gourlet, 1994 (França) e
 Schepers e Schmid, 1996 (Alemanha).

A ponderação dos resultados destas investigações por meio de meta-análise não foi possível. As pesquisas fornecem apenas o índice de risco, não o número de acidentes em que ele se baseia. Além disso, tanto o risco quanto a potência do motor são medidos de formas diferentes nas diferentes pesquisas.

A maioria dos estudos mostra que automóveis com desempenho particularmente elevado do motor têm maior risco que automóveis com desempenho comum do motor, se o peso for o mesmo. No entanto, não foram verificados outros fatores relevantes, como quilometragem anual, características principais e proteção interna contra colisão.

Um estudo norueguês baseia-se em estatísticas de danos de uma companhia de seguros (Elvik e Skaansar, 1989). O estudo comparou os acidentes relatados à seguradora de seis categorias de automóvel. Cada veículo foi classificado como convencional ou GTI. Modelos GTI têm motores significativamente mais potentes que os modelos convencionais. Para todas as seis categorias de automóveis, os modelos GTI têm mais acidentes que os modelos convencionais. O número de acidentes por veículo foi entre 22% e 142% (média 75%) maior para os modelos GTI. Isso, no entanto, pode estar associado a outros fatores além da potência do motor, como, por exemplo, as características dos condutores.

O Departamento Britânico de Transportes (UK Department of Transport, 1993) comparou o número de veículos envolvidos em acidentes entre automóveis de tamanhos diferentes e diferentes potências de motor. Automóveis com motores mais potentes

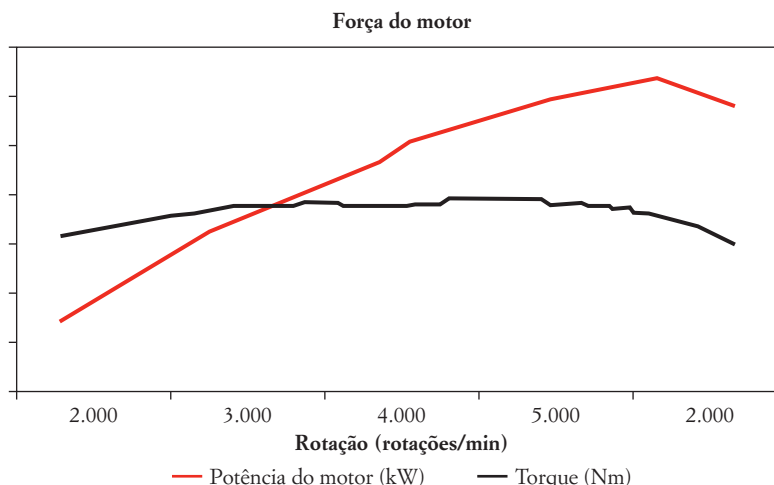


Figura 4.20.1: Força e características do motor expressas em termos de potência e curva de torque.

tiveram 14% mais acidentes registrados por veículo que automóveis com motores de potência média. A diferença foi maior para os automóveis menores, entre 40 e 50%. Para automóveis grandes não foi encontrada nenhuma relação entre a potência do motor e o risco de acidentes. Este estudo tampouco controlou características do condutor ou quilometragem anual. Uma análise adicional mostra que as diferenças de quilometragem durante o ano podem explicar a diferença no número de acidentes entre automóveis com motor de potências diferentes.

Um estudo francês (Fontaine e Gourlet, 1994) mostrou que a relação entre a potência/massa do motor (kW por tonelada) e o número de acidentes é diferente entre os automóveis de diferentes categorias de massa. Analisando-se todas as classes de massa, automóveis com mais de 50 kW por tonelada têm 25% mais acidentes do que automóveis com menos de 50 kW por tonelada. Uma relação consistente entre a potência do motor e os acidentes foi encontrada apenas para kW por tonelada entre 800 e 1.000 kg e para condutores jovens. Para os condutores com idade entre 30 e 64 não foi encontrada nenhuma relação.

Um estudo alemão (Schepers e Schmid, 1996) mostra o número de acidentes com feridos por um milhão de quilômetros percorridos e compara automóveis com diferentes potências de motor. A idade dos condutores foi controlada por meio da criação de análises separadas em quatro faixas etárias. Este estudo mostra claramente que automóveis com motores mais potentes têm menos acidentes que os automóveis com motores menos potentes. No entanto, outras características do condutor não foram controladas.

Impacto na mobilidade

Automóveis com motor com torque elevado (em Nm), considerando toda sua capacidade de trabalho (RPM), podem andar mais rápido no tráfego real que automóveis cujo motor tem alta potência máxima e baixo torque em baixas rotações. Aceleração e ultrapassagens são mais fáceis com motores que têm torque alto.

Um automóvel com um motor de alta potência máxima tem a possibilidade de obter uma maior velocidade máxima que um automóvel com menor potência máxima. Em países cujo limite de velocidade é abaixo de 120 km/h, a maioria dos motores tem uma potência máxima que garante que eles não constituam obstáculos para a mobilidade.

Em rodovias com velocidade permitida acima de 120 km/h, automóveis com motores menos potentes podem constituir um obstáculo para uma boa transitabilidade. Um estudo (Schepers e Schmid, 1996) que mostra uma menor relação de riscos de acidente com automóveis de motores potentes, indica que um motor menos potente pode ser um problema em rodovias da Alemanha.

Veículos elétricos pequenos (EVs) normalmente têm alto torque, mas baixa potência máxima do motor, e podem causar problemas à mobilidade nas rodovias que ligam cidades grandes. No tráfego urbano, com partidas e paradas rápidas, porém, os EVs têm excelentes propriedades para uma boa mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Uma alta potência máxima do motor está diretamente relacionada ao seu tamanho. Geralmente motores maiores do mesmo tipo (diesel ou gasolina) têm maior emissão de CO₂ que os motores menores equivalentes. As emissões de gases CO₂ são, portanto, proporcionais à potência máxima, que, por sua vez, é proporcional ao tamanho do motor. *Downsizing*, ou diminuição das dimensões, é uma medida eficaz, mas mais duvidosa que as medidas de segurança viária em si (Hagman et al., 2002).

As emissões de gases nocivos são totalmente controladas pela tecnologia do motor (diesel ou gasolina) e por sistemas para purificação de gases dentro da faixa de velocidade de 0-120 km/h para veículos de passeio. Para velocidades acima de 130 km/h, as emissões de gases nocivos provenientes de motores a gasolina e diesel são significativamente maiores que para velocidades inferiores a 130 km/hora (a explicação é que a homologação de emissões dos automóveis ocorre a velocidades inferiores a 130 km/h). Uma vez que é difícil e desconfortável ir muito rápido em automóveis com potência baixa de motor, o *downsizing* acaba sendo uma medida com bons resultados, tanto para a redução das emissões de poluentes quanto para gases de efeito estufa (Hagman et al., 2011).

Custos

Não há dados relativos aos custos da regulamentação da potência do motor dos automóveis. Os custos podem ser de dois tipos: diretos e indiretos. Os custos diretos da execução da medida são basicamente

administrativos para (1) projeto de determinações que regulem a potência do motor dos automóveis e informações sobre tais determinações e (2) controle necessário e execução dessas determinações.

Para os proprietários de automóveis, há uma economia direta de custos com medidas que exigem que os automóveis tenham motores pequenos e com potência máxima. Um motor pequeno e pouco potente é mais barato que um motor grande e potente.

Além de os automóveis se tornarem mais acessíveis com motores pequenos e menos potentes, eles têm um consumo de combustível também mais baixo que aqueles que têm motores maiores. Por outro lado, a potência máxima do motor muitas vezes é um símbolo de status, e parte do mercado quer (e está disposta a) pagar mais por automóveis que tenham motores grandes e potentes.

Os custos indiretos da regulamentação da potência do motor dos automóveis implica que os compradores de veículos têm cerceada sua liberdade de escolha ao comprar um automóvel e não poderão mais comprar o modelo tal como gostariam. Estes custos podem, em princípio, ser quantificados sob a forma de compensação necessária, que deve ser dada àqueles que, devido à regulamentação, não têm mais a possibilidade de comprar o automóvel de que gostariam, com o objetivo de cobrir a perda que esses indivíduos experimentam por terem sua liberdade de escolha cerceada. Neste momento, não é possível quantificar este tipo de custos.

Avaliações de custo-benefício

Não há uma análise de custo-benefício da regulamentação da potência dos automóveis.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Novas determinações em relação aos veículos na Noruega são principalmente o resultado da cooperação internacional da técnica automobilística. É difícil para a Noruega estabelecer requisitos que difiram muito dos que se aplicam nos países produtores de automóveis. A iniciativa para disposições norueguesas quanto à potência do motor dos automóveis deve ser tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Requisitos e procedimentos formais

Não existem requisitos formais para o motor dos automóveis e condução além dos indicados em “Descrição da medida”.

Responsabilidade pela execução da medida

Novas exigências para veículos raramente recebem vigência retroativa que devam ser aplicadas a toda a frota. Requisitos para os automóveis novos, a partir de uma determinada data, são direcionados principalmente para importadores de automóveis. É por isso que são eles os responsáveis por garantir que as determinações sejam cumpridas. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é a autoridade que supervisiona as determinações técnicas automobilísticas.

4.21 VOLUME E POTÊNCIA DE CICLOMOTORES E MOTOCICLETAS

O capítulo foi revisado em 2013 por Alena Høye (TØI)

Os motociclistas têm alto risco de acidentes e lesões, de modo que a alta velocidade é, muitas vezes, um fator que contribui para os acidentes e lesões. Estudos da relação entre o tamanho ou potência do motor e risco de acidentes mostram que o tamanho da motocicleta geralmente não tem nenhuma ligação com o risco de acidente. Apenas para alguns tipos particulares de motocicletas, de condutores e de acidentes foram encontradas algumas relações entre o tamanho do motor e o risco de acidentes graves. A proibição aos jovens de conduzir motocicletas grandes parece influenciar nos tipos de motocicletas envolvidas em acidentes (motocicletas mais conduzidas por jovens), mas não no risco de acidentes em si para os condutores jovens em geral.

Problema e finalidades

Condutores e passageiros em ciclomotores e motocicletas têm maior risco de lesão que em qualquer outro grupo de usuário motorizado da via (ver figura 4.21.1).

Tem havido uma notável redução do risco para os condutores de ciclomotores e motocicletas. A redução do risco é maior para as motocicletas pesadas.

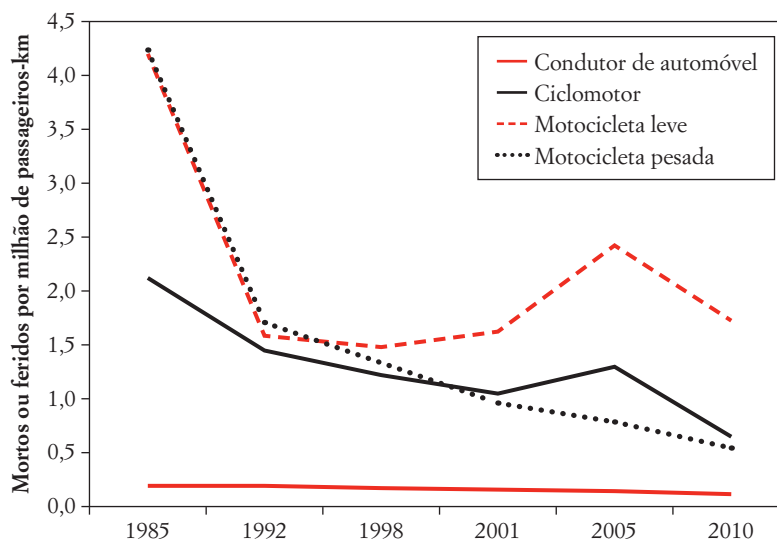


Figura 4.21.1: Risco de lesão para os condutores e passageiros de ciclomotor, motocicleta e automóvel (Bjørnskau et al., 2011).

A explicação é que, nos anos anteriores, as motocicletas eram conduzidas principalmente por jovens devido a uma situação econômica desfavorável que surgiu no final da década de 1980; com o passar do tempo, cada vez mais as motocicletas se tornaram um veículo de “adulto” (Bjørnskau et al., 2008). O aumento do uso de equipamentos (e mais avançados) de proteção também pode ter contribuído para a redução do risco, principalmente entre os condutores de motocicletas pesadas. No entanto, o risco de ambos, motociclistas e condutores de ciclomotores, é ainda significativamente mais elevado que o risco dos condutores de automóvel.

A tabela 4.21.1 mostra o número de condutores e passageiros de motocicletas mortos, gravemente

feridos e levemente feridos em diferentes tipos de acidentes entre 2006 e 2011 na Noruega. Na parte esquerda da tabela, os tipos de acidentes estão distribuídos para as diferentes gravidades; na parte do meio, estão as várias categorias de motocicletas, e na parte da direita, é mostrado o percentual de todos os motociclistas e passageiros feridos e mortos nos diferentes tipos de acidentes e o número total de mortes/lesões por ano.

A tabela mostra que a maioria das mortes e lesões ocorreu em acidentes com um único veículo, em colisões ou acidentes em interseções. O percentual de acidentes com um único veículo é maior entre motocicletas pesadas, enquanto acidentes em interseções são mais frequentes entre ciclomotores

TABELA 4.21.1: PORCENTUAL DE MORTOS, FERIDOS GRAVES E FERIDOS LEVES DENTRE MOTOCICLISTAS E PASSAGEIROS DE MOTOCICLETAS EM VÁRIOS TIPOS DE ACIDENTES (SSB, 2006-2011).

	Porcentual de todos os mortos / feridos				Porcentual de todos os mortos / feridos			Porcentual de M/FS	Números anuais
	Morte	Ferimentos graves	Ferimentos leves	Todos	Ciclomotor	Motocicleta leve	Motocicleta pesada ²		
Acidentes individuais	41%	43%	32%	33%	28%	30%	40%	21%	338
Colisões	31%	17%	10%	11%	11%	11%	12%	29%	114
Acidentes em interseções ¹	16%	20%	28%	27%	32%	31%	20%	12%	268
Outros	5%	8%	11%	11%	10%	8%	12%	12%	108
Colisões traseiras	4%	8%	15%	14%	14%	15%	13%	9%	139
Ultrapassagens	2%	3%	3%	3%	4%	2%	3%	13%	33
Acidentes envolvendo pedestres	1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	11%	11
Números anuais	31	138	842	1010	441	137	410		

¹ Acidentes devido ao tráfego na contramão e acidentes em interseções.

² Motocicletas com sidocar não estão incluídas (135 acidentes).

e motocicletas leves. Isso provavelmente pode ser explicado pelo ambiente de tráfego típico dos diferentes tipos de motocicletas. Os outros tipos de acidentes são distribuídos de forma relativamente uniforme entre as diferentes categorias de motocicletas. Os acidentes mais graves são colisões frontais e acidentes com um único veículo (respectivamente 29% e 21% de todas as mortes/lesões graves). Em comparação, 38% de todas as mortes e 41% de todos os feridos graves eram condutores e passageiros de automóveis em acidentes envolvendo um único veículo. E, dentre todos os ocupantes dos veículos que foram feridos em acidentes com apenas um veículo, 12% é a taxa de mortos ou feridos graves.

A velocidade é de grande importância na definição da gravidade de um acidente. Na maioria dos países de maior motorização, tem-se tentado regulamentar o desempenho da velocidade e do motor de ciclomotores e motocicletas para reduzir os acidentes e os ferimentos (Mayhew & Simpson, 1989). A forma mais comum de regulamentação é a divisão de ciclomotores e motocicletas em diferentes classes com base no desempenho do motor, combinado com diferentes requisitos para os condutores dos diversos tipos de ciclomotores e motocicletas. A regra comum é, por exemplo, que apenas às pessoas, que tenham experiência de condução sejam concedidas licenças para motocicletas maiores. Também é comum estabelecer limites sobre o volume do motor para diferentes tipos de ciclomotores e motocicletas, além de proibir modificações (*tuning*) que aumentem o desempenho do motor acima dos limites estabelecidos. A regulamentação do volume ou potência do motor e as determinações sobre a licença de conduzir destinam-se a reduzir o risco de ferimentos para condutores de motocicletas e ciclomotores.

Descrição da medida

A potência do motor das motocicletas é medida em quilowatts (kW) ou cavalos-vapor (hp; 1kW = 1,3 kW). O volume é medido em centímetros cúbicos (cm³). A velocidade máxima e a aceleração também dependem do peso tanto da motocicleta quanto do próprio condutor. A medida mais relevante, portanto, é a relação entre potência e peso (cv ou kW por kg, por exemplo) para motocicletas com ou sem condutor (Elliott, 2003).

A maioria dos estudos resumidos neste capítulo é a respeito do volume, embora este tenha menor re-

lação com a velocidade máxima e a aceleração que a potência (kW ou cv) ou relação entre potência e peso. Isso ocorre porque informações sobre o volume estão muito mais prontamente disponíveis que informações sobre a potência (o volume geralmente consta nas especificações do modelo, enquanto o motor pode variar em alguns modelos). Motocicletas leves, com um motor de pequeno volume, podem, ainda assim, atingir altas velocidades (uma moto *off-road* leve com 125 cm³ de motor, por exemplo, pode ultrapassar os 100 km/h).

Na Noruega, os ciclomotores e as motocicletas estão divididos em classes baseadas no desempenho do motor, no volume do motor (cm³), na potência (kW) e na velocidade máxima superior, conforme a Regulamentação de Veículos (www.lovdato.no):

- ciclomotor: máx. 50 cm³, máx. 4 kW, velocidade máxima 45 km/h;
- moto leve: máx. 125 cm³, máx. 11 kW, nenhuma limitação de velocidade máxima;
- moto média: nenhuma limitação de volume, máx. 25 kW ou máx. 0,16 kW por kg, nenhuma limitação de velocidade máxima;
- moto pesada: acima de 125 cm³ ou acima de 11 kW, nenhuma limitação de velocidade máxima.

As disposições acerca da licença de condução para condutores de ciclomotores e motocicletas estão resumidas em outro capítulo.

Até o final de 2011, foram registrados cerca de 166 mil ciclomotores, 20.000 motocicletas leves e 122.000 motocicletas pesadas na Noruega (OFV, 2012). Desde 2000 a frota teve um aumento de 44% de ciclomotores, 125% de motos leves e 59% de motos pesadas. A frota de veículos teve um aumento de 28% no mesmo período.

É proibida a modificação de ciclomotores. Em um estudo norueguês mais antigo (Fosser e Christensen, 1992), verificou-se que 36% de todos os ciclomotores estavam modificados (“turbinados”) e 14% haviam sido previamente modificados, mas as alterações já haviam sido desfeitas. Números recentes para o índice de ciclomotores e motocicletas modificados não foram encontrados.

Este tópico resume os resultados dos estudos de:

- relação entre volume/potência do motor e risco de acidente;
- proibição de mudanças em ciclomotor;

- proibição de condução de motocicletas pesadas por jovens.

Não foi encontrado nenhum estudo que tenha empiricamente investigado proibições ou outras regulamentações de motos com um motor de grande volume ou grande potência. Os resultados da relação entre o volume/potência do motor sobre o risco de acidentes pode, entretanto, indicar um possível impacto dessas medidas.

A relação entre equipamentos de segurança para motocicletas e risco de acidentes junto a envolvimento em acidentes para diferentes tipos de motocicletas está descrita em outro capítulo.

Impacto sobre os acidentes

A maioria dos estudos resumidos neste capítulo pesquisou a relação entre o volume do motor e o risco de acidentes. Os resultados de tais estudos não podem, necessariamente, serem usados como base para a elaboração de conclusões sobre como a regulamentação do volume ou potência do motor afetaria os acidentes, mesmo porque, grande parte desta relação é afetada pelas características de condução da motocicleta, e não pelas características da motocicleta em si. Existem poucos estudos que examinaram o impacto da regulamentação do volume e da potência do motor das motocicletas.

Relação entre o volume do motor e o risco de acidentes – para motocicletas grandes vs. pequenas

Com base nestes estudos, estimaram-se as diferenças médias no risco de acidente e no risco de morte entre motocicletas grandes e pequenas:

Ingebrigtsen, 1990 (Noruega);
Langley et al. 2000 (Nova Zelândia);
Sexton et al., 2004 (Grã-Bretanha);
Harrison & Christie, 2005 (Austrália);
de Lapparent, 2006 (França) e
Bjørnskau et al., 2010 (Noruega).

A maioria dos estudos define motocicleta “grande” como aquela cujo volume de motor é maior que 250 cm³ (apenas um estudo a define com volume maior do que 125 cm³). Os resultados mostram que as motocicletas grandes têm uma média de 5% menos de acidentes (intervalo de confiança [-12; 2]) que as motos pequenas. Isso se aplica quando são contro-

ladas, por exemplo, a quilometragem anual, a idade e a experiência de condução do condutor, além de diversos outros fatores. Estudos que não controlam esses fatores não fornecem um quadro preciso da situação. Haworth et al. (1997), por exemplo, identificou que motocicletas maiores têm mais acidentes que motocicletas menores (acima de 250 cm³ vs. abaixo de 250 cm³). No entanto, não foi controlada a quilometragem e, uma vez que as motocicletas grandes geralmente rodam mais que pequenas (Haworth & Mulvihill, 2005), não se pode concluir que as motocicletas grandes tenham maior risco.

Relação entre volume de motor e risco de acidente – motos pequenas

A relação entre o volume e o risco de acidentes para motocicletas menores foi pesquisada nos seguintes estudos:

Yen et al., 2001 (Malásia);
Quddus et al., 2002 (Singapura);
Lin et al., 2003 (Taiwan);
Haque et al., 2009 (Singapura);
Jou et al., 2012 (Taiwan) e
Zulkipli et al., 2012 (Malásia).

Lin et al. (2003) não encontraram qualquer relação entre o volume do motor e o número de acidentes entre os estudantes que conduziam ciclomotores com volume de motor inferior a 135 cm³. Yen et al. (2001) e Jou et al. (2012) encontraram um maior percentual de mortos em motocicletas grandes que em pequenas – com volume do motor acima de 150 cm³ e abaixo de 250 cm³. O efeito combinado é o aumento da taxa de mortos em 73% (intervalo de confiança [30; 129]) em motocicletas maiores. Também Quddus et al. (2001) demonstraram que o risco de ser morto ou gravemente ferido aumenta com o aumento do volume do motor, enquanto que o risco de ser levemente ferido é praticamente inalterado. Os resultados mostram que os condutores de motocicletas com motor de 1.500 cm³ teoricamente têm 2,01 vezes maior risco de morte, 1,22 mais chances de serem gravemente feridos e, 0,94 vez de risco de sofrerem ferimentos leves que os condutores de motocicletas com motor de 270 cm³. As motos muito grandes, entretanto, nunca ou quase nunca estão incluídas nos dados de acidentes (o volume médio do motor é de 170 cm³, e o desvio padrão é de 133 cm³) Não se pode, portanto, concluir que o risco de morte ou ferimentos graves aumente com o aumento do volume do motor para os condutores de motocicletas com cerca de 500 cm³.

Zulkipli et al. (2012) não encontraram nenhuma relação significativa entre o volume do motor e o percentual de motociclistas com lesões na coluna vertebral. As motocicletas estão agrupadas neste estudo segundo o volume do motor da seguinte maneira: abaixo de 100 cm³, 100-149 cm³, 150 cm³ ou mais.

Haque et al. (2009) mostraram que o envolvimento em acidentes em que a motocicleta é fator desencadeador aumenta em rodovias em cerca de 4% a cada 200 cm³, o que se explica pela velocidade mais elevada. O envolvimento em acidentes em que a motocicleta é fator desencadeador diminui em cerca de 13% a cada 200 cm³ de volume de motor. Para acidentes em outras vias e em interseções não foi encontrada nenhuma relação.

Os resultados gerais indicam que o aumento do volume envolve o aumento do risco de morte ou de ferimentos graves e crescente risco de ser causador de acidentes em rodovias. Para o risco de acidente com ferimentos leves, no entanto, não foi detectada nenhuma relação. As motocicletas destes estudos em sua maioria têm motores pequenos e os resultados não são, portanto, necessariamente representativos para países onde a maioria delas tem volume de motor muito maior.

Relação entre o volume do motor/potência e risco de acidente – classes de peso para motocicletas maiores

Estudos posteriores examinaram a relação entre o volume e o risco de acidente e de morte para vá-

rias categorias de peso entre as motocicletas maiores (desde motos com volume de motor maior de 250 cm³ e até acima de 1.250 cm³):

Ingebrigtsen, 1990 (Noruega);
Schulz, 1995 (Alemanha);
Shankar & Mannering, 1996 (EUA);
Schulz, 1998 (Alemanha);
Langley et al., 2000 (Nova Zelândia);
Harrison & Christie, 2005 (Austrália);
Smith, 2009 (França, Alemanha, Países Baixos, Espanha, Itália) e
Mattson & Summala, 2010 (Finlândia).

Baseada nos estudos de Ingebrigtsen (1990), Langley et al. (2000) e Harrison e Christie (2005), a figura 4.21.2 mostra a relação entre o volume e o número relativo de acidentes para motocicletas com um volume acima de 250 cm³ (o risco mínimo de acidente para volume do motor é igual a 1). Em todos os estudos, a quilometragem anual foi controlada. Ingebrigtsen (1990) e Langley et al. (2000) também examinaram uma série de outros fatores, incluindo a idade e a experiência dos condutores.

A figura 4.21.2 mostra que o risco relativo de acidentes (gravidade não especificada) é quase inalterado, independentemente do volume do motor. Harrison & Christie (2005) constataram que motocicletas entre 250 e 500 cm³ têm 3,2 vezes mais alto risco de acidente que motocicletas com motor de volume acima de 500 cm³. Isso provavelmente aplica-se porque no primeiro grupo a maioria dos

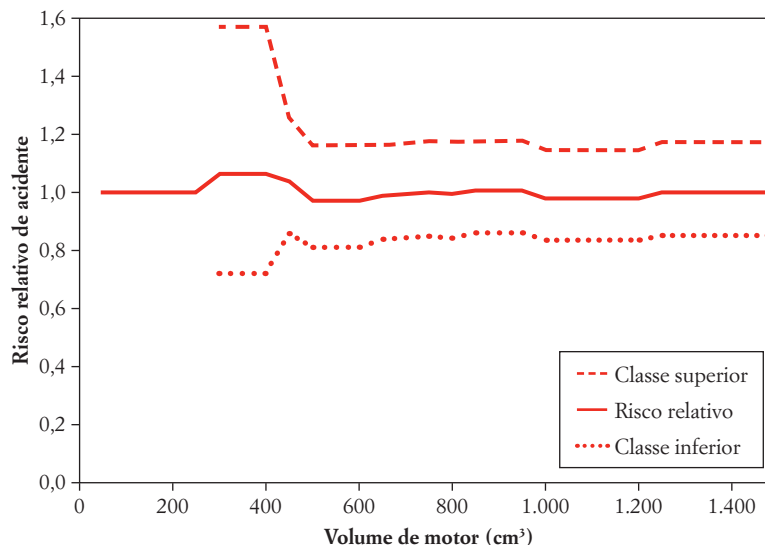


Figura 4.21.2: Risco relativo de acidente para motocicletas com diferentes volumes do motor (gravidade não especificada).

condutores são jovens e portadores de licenças recentes de condução. O resultado geral na figura 4.21.2 fornece apenas um pequeno impacto, que não é estatisticamente confiável.

O risco de morte ou ferimentos graves em um único acidente entre veículos, de acordo com Shankar & Mannering (1996), é 57% maior em motocicletas acima de 500 cm³, em comparação com as motocicletas abaixo de 500 cm³. Para outros tipos de acidentes, não há resultados neste estudo. Smith (2009) não encontrou nenhuma relação entre o volume do motor e o risco de morte em acidentes de motocicleta - o que se aplica a todos os tipos de acidentes.

Um estudo finlandês (Mattson & Summala, 2010) mostrou que as motocicletas maiores (com potência de 100 kW ou 136 cv) têm 3,42 vezes maior risco de envolvimento em um acidente fatal que as motocicletas menores (com potência abaixo de 50 kW ou 68 cv). Esta associação foi encontrada também entre condutores jovens (21-30 anos) e mais velhos (acima de 30 anos), e este contexto é quase o mesmo quando se olha para a relação entre potência e peso, em vez de apenas potência. Neste estudo houve controle da quilometragem, que, no entanto, foi estimada com base em questionários junto a diversos condutores e é, portanto, incerta. Mattson & Summala (2010) também analisaram a relação entre a potência do motor e a velocidade nos acidentes. Motocicletas com potência acima de 75 kW (102 cv), com uma frequência de acidentes 4,8 vezes maior do que as outras, estavam 20 km/h acima do limite. No mesmo estudo, não foi encontrada nenhuma associação entre potência ou a relação entre potência e peso e o risco de acidentes para os acidentes autorregistrados sem mortes.

Os resultados de alguns estudos sugerem que motocicletas com diferentes volumes de motor estão envolvidas em distintos tipos de acidentes. Clarke et al. (2007) mostraram que o envolvimento em acidentes em que uma das partes não tenha respeitado a preferencial é menor entre as motocicletas com volume do motor maior, enquanto que acidentes em curva são mais frequentes com um aumento do volume do motor. Estatísticas norueguesas de acidentes mostram que as motocicletas pesadas estão envolvidas em acidentes individuais em maior grau do que as motos leves e os ciclomotores e em menor grau em acidentes em interseções ou na contramão (ver “Problema e finalidades”). Ambos os resultados podem, pelo menos em parte, ser explicados pelo fato de as motocicletas pesadas

trafegarem mais em rodovias e as motos leves, mais nas cidades.

Um estudo alemão (Schulz, 1995) mostrou que o risco de acidentes individuais com R-bikes (“réplicas de corrida”) aumenta com o aumento do volume do motor. Para outros tipos de motocicleta, não houve associação entre volume do motor e acidentes. Houve controle, entre outros, da quilometragem anual. Outro estudo alemão (Schulz, 1998) mostrou que motocicletas com mais de 74 kW (100 cv) são mais frequentemente envolvidas em acidentes individuais quando o condutor tem um estilo mais “esportivo”. Entre os outros condutores, não foi encontrada qualquer conexão, e o número de colisões não apresentou nenhuma relação com a potência do motor. Os resultados são baseados em acidentes autorregistrados, e não houve controle de quilometragem, nem de outros fatores.

Os resultados gerais indicam que os condutores de motocicletas grandes geralmente não têm um risco de acidente maior que os outros. O risco de acidentes graves, entretanto, aumenta com o aumento do volume do motor para certos tipos de motocicletas, de condutores e de acidentes (as R-bikes, os condutores “esportivos” e acidentes individuais, por exemplo).

Proibição de alteração de ciclomotores

Um estudo norueguês mais antigo (Fosser & Christensen, 1992) mostrou que ciclomotores modificados têm 1,18 vez mais acidentes com danos materiais que os não modificados (intervalo de confiança [1,03; 1,37]) e 1,48 vez mais acidentes com feridos (intervalo de confiança [1, 10; 2,01]). A partir destes resultados, pode-se calcular que, se não houvessem ciclomotores modificados, o número de acidentes com vítimas poderia diminuir em aproximadamente 14% (-21%; 4%) e com danos materiais em cerca de 7% (-11%; -1%). Um estudo alemão (Löffelholz et al., 1977) confirmou estes resultados. A pesquisa mostrou que os ciclomotores cujo volume do motor foi alterado em 50 cm³ tiveram cerca de 2,8 vezes mais risco de acidentes com vítimas que os ciclomotores não modificados.

Proibição aos jovens de conduzir motocicletas pesadas

Os novos condutores, portadores de licenças com restrições (de acordo com o programa de treinamen-

to e licenciamento gradual), têm, segundo Haworth et al. (1997), cerca de 50% maior risco de acidentes que os condutores com licença completa. Esta diferença entre os condutores com habilitação limitada e completa é menor entre motociclistas que entre os condutores de automóveis, fato que pode ser explicado por haver mais condutores de motocicleta com carteira limitada que têm muita experiência e muitos com carteira ilimitada com pouca experiência.

A proibição aos jovens condutores da condução de motocicletas pesadas foi introduzida na Austrália e no Reino Unido. Em Victoria, na Austrália, condutores em vias de formação e condutores com licença recente (primeiro ano depois de passar no exame de habilitação) são proibidos de conduzir motocicletas com cilindrada superior a 260 cm³ (Troup et al., 1984). Uma pesquisa do tipo antes- depois mostrou que o número de lesões por condutor habilitado diminuiu 33% entre os condutores com a proibição (intervalo de confiança [-38; -27]); entre aqueles que não foram abrangidos pela proibição, não foi encontrada nenhuma mudança significativa no número de acidentes (+ 8% [-3, 21]). A pesquisa não fornece informações sobre as mudanças no universo do motociclismo como resultado da proibição.

Na Grã-Bretanha, condutores com licença recente (“permissão para dirigir”) foram proibidos de conduzir ciclomotores/motocicletas com mais de 125 cm³ em 1982 (Broughton, 1987). Antes, o limite era de 250 cm³. Uma pesquisa do tipo antes-depois mostrou que o número de acidentes com feridos entre os novos condutores de ciclomotores acima de 125 cm³ diminuiu em 79% (intervalo de confiança [-80; -77]). Esta queda, no entanto, foi mais que compensada por um aumento no número de acidentes envolvendo ciclomotores com menos de 125 cm³ (+ 24% [21; 29]). No geral, portanto, o número de acidentes não diminuiu para os novos condutores (+ 2% [1; 5]). Para os condutores experientes, houve no mesmo período um decréscimo de cerca de 10% no número de acidentes com feridos. Embora os resultados não digam nada sobre o risco de acidentes, não se pode afirmar com base nisso que a medida tenha melhorado a segurança dos novos condutores.

Na Nova Zelândia, um sistema de licença gradual para dirigir foi introduzido para os motociclistas em 1987. Na fase de formação (seis meses, ou três meses mediante curso), aplicam-se algumas restrições. Entre outras, é proibido conduzir motocicleta com mais de 250 cm³. Outras restrições são relativas à velocidade (máxima de 70 km/h); passageiros (não); dirigir à

noite (proibição de dirigir entre as 22 h e 5 h); álcool (máximo 0,3). Depois de seis (ou três) meses, a restrição de velocidade é reduzida, enquanto outras restrições ainda se aplicam até 18 meses (ou nove meses, mediante curso). Reeder et al. (2009) mostraram que o número de acidentes entre motociclistas de 15 a 19 anos diminuiu 22% (intervalo de confiança [-39; -1]). No entanto, a queda provavelmente se deve-se, pelo menos em parte, a uma redução global de condução de motocicletas nesta faixa etária. Entretanto, não se pode concluir que as restrições (ou restrição referente ao volume do motor) foram responsáveis pela redução nos acidentes. Outro estudo da Nova Zelândia, em que os condutores com menos instrução não têm permissão para conduzir uma motocicleta com mais de 250 cm³ (Langley et al., 2000), mostrou que a condução ilegal da motocicleta com mais de 250 cm³ não implica maior risco de acidentes. Condutores em formação que guiaram motocicletas com menos de 250 cm³ tiveram, neste estudo, 1,2 vez [0,72; 1,9] mais acidentes que condutores que dirigiam ilegalmente motocicletas com mais de 250 cm³.

Um estudo realizado em New South Wales, na Austrália, mostrou que motocicletas com motor entre 250 e 500 cm³ têm 2,4 vezes mais risco de acidentes que motocicletas com motor menor que 250 cm³ e, 3,3 vezes maior risco que motocicletas com motor de mais de 500 cm³ (Harrison & Christie, 2005). Houve controle de idade e em New South Wales o limite de volume do motor para condutores em formação é de 660 cm³ (e 150 kW por tonelada). Assim, é concebível que o elevado risco neste grupo seja devido a um porcentual relativamente elevado de jovens condutores.

Os resultados gerais indicam que o risco e a quantidade de acidentes aumentam na categoria em que a maioria dos condutores são jovens e que o número total de acidentes não necessariamente diminui, mesmo que o risco e o número de acidentes devido à proibição para os jovens condutores diminua. Isso é coerente com os resultados dos estudos quanto à relação entre volume e risco de acidentes, que mostram que há relativamente pouca conexão entre eles e que é principalmente o estilo de condução dos condutores que têm maior influência na ocorrência de acidentes.

Impacto na mobilidade

As medidas de restrição de velocidade podem reduzir a mobilidade. Medidas de proibição da utilização de um determinado tipo de motocicleta para

um grupo específico de condutores reduzem a liberdade de escolha dos mesmos em relação ao tipo de motocicleta.

Impacto no meio ambiente

Nenhum impacto das medidas para regulamentar o volume do motor de motocicletas e ciclomotores sobre o meio ambiente foi documentado. Geralmente motores menores e menos potentes envolvem menor consumo de combustível e emissões que motores maiores e mais potentes; isso depende, no entanto, em grande parte do estilo de condução.

Custos

Os custos diretos da regulamentação do volume ou potência do motor de ciclomotores e motocicletas não estão documentados. Estes custos consistem em despesas para o processamento, o projeto da regulamentação, as informações quanto aos regulamentos, o controle e aplicação e os custos para o condutor referentes à redução da potência do motor para atender às exigências.

A regulamentação da potência do motor de ciclomotores e motocicletas tem também um custo indireto sobre a liberdade de escolha cerceada do condutor.

Avaliações de custo-benefício

Se não houvesse ciclomotores modificados, o número de acidentes com vítimas poderia ser reduzido em aproximadamente 14%. Estimou-se, a partir do registro oficial de acidentes para o ano de 1995, que cerca de 75 feridos por ano são evitados. Isso representa uma economia de cerca de NOK 110 milhões. Se fosse possível retirar todos os ciclomotores modificados do trânsito a um custo menor, esta seria, portanto, uma medida economicamente rentável. Não há cálculos recentes, pois não existem dados atuais a respeito de ciclomotores modificados.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para novas regulamentações referentes à potência do motor de ciclomotores e motocicleta

tas pode ser tomada pelas autoridades rodoviárias ou outras partes interessadas. As determinações são estabelecidas pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega após consulta junto à indústria e ao Ministério dos Transportes.

Requisitos e procedimentos formais

As determinações quanto ao desempenho do motor e à velocidade máxima de ciclomotores e motocicletas são dadas na Regulamentação de Veículos. A potência do motor e velocidade máxima são requisitos de classificação dos ciclomotores e motocicletas e seguem a Diretiva 95/1/CEE (recentemente alterada pela Diretiva 2002/41/EF e 2006/27/EF). Os trabalhos em novo projeto de regulamentação para substituir a diretiva começaram no outono de 2011 (do s quais a Noruega participa).

Responsabilidade pela execução da medida

A indústria de motocicletas é responsável por garantir que as disposições que se aplicam a ciclomotores e motocicletas novas, de fábrica, sejam cumpridas. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega pode realizar testes por amostragem aleatória de veículos homologados para garantir o cumprimento. Os proprietários de veículo são responsáveis por mantê-lo em boas condições. Não é permitido modificar os ciclomotores.

4.22 COMPATIBILIDADE DOS VEÍCULOS EM CASO DE ACIDENTE

O capítulo foi escrito em 2010 por Alena Høyevik (TØI)

Problema e finalidades

Em colisões entre diferentes tipos de veículos, as lesões mais graves geralmente ocorrem nos ocupantes do veículo mais leve ou menor. As colisões costumam ser mais graves quando os veículos não são “compatíveis”. A compatibilidade significa a capacidade do veículo de proteger o condutor e os passageiros no seu interior, bem como os outros usuários da via em caso de acidente (Abdel-Aty e Abdelwahab, 2004; van Kampen, 2000). A extensão em que dois veículos são compatíveis em um acidente depende do peso de cada um (ver também o

capítulo 1.19), da altura e da rigidez (Barbat et al., 2005).

A compatibilidade reflete tanto a proteção interna contra colisão quanto a agressividade (Abdel-Aty e Abdelwahab, 2004). A proteção interna contra colisão descreve em que grau um veículo protege seus ocupantes durante um acidente (ver também o capítulo 4.16), e a agressividade descreve em que grau um veículo inflige consequências aos ocupantes do outro veículo envolvido ou usuários da via em um acidente. A agressividade e a proteção interna contra colisão são, em muitos casos, inversamente proporcionais. Quanto mais seguros forem os veículos para aqueles que neles trafegam, maior será o risco de lesões para os demais em caso de acidente (van Kampen, 2000). Quando os veículos novos são testados, geralmente é a proteção interna que é testada (em programas de colisão de veículos novos EuroNCAP ou USNCAP, por exemplo) e não em que grau o veículo inflige ferimentos aos demais usuários ou aos ocupantes dos demais veículos. No EuroNCAP, testa-se em que grau pedestres são feridos em atropelamento por automóveis. Os automóveis são, portanto, concebidos de modo que proporcionem a melhor proteção possível, principalmente para seus ocupantes, o que poderá ter consequências negativas para as pessoas nos outros automóveis. Outro problema encontrado nos experimentos de colisão é que, quando um veículo colide contra uma barreira fixa, ele não necessariamente protege seus ocupantes da mesma maneira que em colisões contra outros veículos, mesmo que maiores e mais pesados, embora o total de energia de colisão seja basicamente o mesmo (Barbat et al., 2005).

A variação do risco de lesões relacionadas à compatibilidade dos veículos é essencialmente uma questão de distribuição de riscos entre os grupos de usuários e de veículos. Isso afeta o número total de feridos em acidentes de trânsito. O objetivo de aumentar a compatibilidade dos automóveis é reduzir os ferimentos causados em todos os envolvidos no acidente. Ao contrário da proteção interna dos veículos contra colisão, em caso de acidente a compatibilidade concentra-se nos ferimentos tanto dos ocupantes do veículo em questão quanto nos demais usuários da via.

Para o usuário, surge um dilema do tipo “dilema do prisioneiro”: se todos escolhem o veículo “mais seguro para si”, o número total de lesões é maior que se todos escolhessem um veículo menos seguro para si, mas que infligisse menos lesões aos demais

usuários da via. Para obter o menor número possível de lesões, todos deveriam escolher um carro que reduzisse o risco de lesão, e isso somente é possível para o condutor se os demais escolhessem veículos semelhantes, ao invés de um veículo com maior proteção interna somente para quem o ocupa, à custa de maior risco de ferimentos para os outros.

Descrição da medida

Podem-se distinguir diferentes aspectos a respeito da compatibilidade em caso de acidente: compatibilidade geométrica, compatibilidade de rigidez e compatibilidade de peso.

Compatibilidade geométrica: descreve principalmente a quantidade de absorção de energia das partes do veículo. Os veículos são compatíveis quando suas partes de absorção de energia estão posicionadas de modo a encontrar umas as outras no caso de uma colisão. Se os veículos não são compatíveis, uma estrutura de absorção de energia de um veículo atingirá o segundo veículo em um lugar em que ele não tem tal estrutura e conseqüentemente o condutor ou passageiro serão expostos a um maior risco de lesão do que se uma estrutura de absorção de energia tivesse sido atingida.

Com diferenças de altura entre os veículos, o mais baixo (um veículo de passeio, por exemplo), pode, total ou parcialmente, entrar sob o outro veículo (um caminhão, por exemplo), de modo que a energia de impacto não pôde ser absorvida pelas partes do veículo de passeio, ainda que ele as tenha. Isso pode fazer com que toda a cabine seja quebrada, o que na maioria dos casos leva a lesões muito mais graves do que se esse “encaixe” tivesse sido evitado (Baker, Nolan, O’Neill e Genetos, 2008; Fosser, 1979; Hashemi, Walton e Anderson, 2006). Segundo Braver et al. (1997), em torno de 50% de todos os acidentes fatais são colisões entre veículos de passeio e caminhões em que o veículo de passeio entra embaixo do caminhão, conhecidas como “colisões de encaixe”. Os acidentes mais graves deste tipo são os frontais. Colisões laterais entre veículos de passeio e caminhões são menos comuns (Hashemi et al., 2006). Motociclistas, ciclistas e pedestres são particularmente vulneráveis a lesões graves caso eles acabem embaixo de um caminhão.

Além disso, pequenas diferenças de altura entre os veículos podem causar grandes danos materiais, conforme mostram as análises do IIHS (IIHS,

2010A). O mais crucial para garantir proteção adequada é que os para-choques dos veículos em colisão estejam na mesma altura.

Ainda, em acidentes que não envolvem encaixe embaixo de caminhões, a diferença de altura ou outras diferenças geométricas entre os dois veículos fazem com que um deles seja atingido em partes que não são destinadas à absorção de energia, como, por exemplo, a porta lateral. Ferimentos poderiam ter sido evitados se o veículo tivesse sido atingido em partes de absorção de energia, ou seja, caso a compatibilidade geométrica entre os veículos tivesse sido melhor. Essas diferenças de altura são muitas vezes encontradas entre veículos de passeio mais baixos de um lado e veículos de passeio mais altos do outro, como as SUVs e as picapes.

Compatibilidade de rigidez: a rigidez é a capacidade de resistir à deformação (Kahane, 1997). Uma maior rigidez pode, por um lado, impedir que a cabine em que estão os ocupantes de um veículo seja deformada em uma colisão e, assim, protegê-los contra a intrusão de objetos externos. Por outro lado, as partes mais rígidas absorvem menos energia de colisão que as menos rígidas (mais flexíveis e menos duras). Consequentemente, a parte da energia a ser absorvida pelos ocupantes no veículo aumenta e, com isso, o risco de lesão. A cabine é, portanto, em geral relativamente rígida para evitar a intrusão, enquanto a frente e as partes laterais do veículo têm maior absorção de energia e são menos rígidas (O'Neill e Kyrychenko, 2004).

As diferenças de peso e de rigidez dos veículos afetam a compatibilidade, pois os veículos de menor peso e menos rígidos absorvem mais energia no impacto em caso de colisão com veículos de maior peso e mais rígidos (Barbat et al., 2005). Ao mesmo tempo, os veículos de menor peso e menos rígidos têm menos capacidade de proteger seus ocupantes que os veículos de maior peso e maior rigidez. Os veículos mais rígidos protegem melhor seus ocupantes contra intrusão, mas, por outro lado, a frente do veículo pode absorver menos energia. Isso pode expor os ocupantes a uma maior desaceleração e, portanto, maior risco de lesões, como, por exemplo, em colisões com objetos fixos. Os veículos pequenos, ao tornarem-se mais rígidos, tornam-se também mais seguros, pois seus ocupantes estarão mais protegidos contra intrusão. Os veículos pequenos têm pouca possibilidade de absorção de energia de impacto e seus ocupantes estão, dessa forma, suscetíveis a ferimentos causados pela intrusão de objetos no veículo (Mizuno e Kajzer, 2005).

Os resultados dos testes de colisão indicam que as diferenças geométricas entre os veículos têm maior significado para a compatibilidade do que ambos, peso e rigidez (Meyerson e Nolan, 2005; O'Neil e Kyrychenko, 2004).

Compatibilidade de peso: diferenças de peso muitas vezes envolvem menos lesões para os ocupantes do veículo de maior peso em detrimento de lesões para os ocupantes do veículo de menor peso (veja o capítulo 4.19).

Diferentes tipos de veículo: muitas SUVs, picapes e vans são pouco compatíveis com veículos de passeio, porque são mais altos, têm maior peso e são mais rígidas (Gabler e Hollowell, 2000). Em 1997 nos Estados Unidos, as SUVs tinham em média uma massa de 410 kg a mais que os automóveis de passeio (Kahane, 1997). Em colisões entre um automóvel e uma SUV ou picape nos Estados Unidos, a taxa de todas as vítimas fatais foi de 81% entre os ocupantes do automóvel de passeio segundo Gabler e Hollowell (2000) e de 76% de acordo com Mayrose e Jehle (2002). Os danos típicos para ocupantes de automóveis de passeio em colisões laterais com SUVs, entre outros, são lesões na cabeça e no torso, por conta do para-choque das SUVs, que atinge o automóvel no reforço da porta. Os danos típicos para os ocupantes de automóveis de passeio em colisões frontais com as SUVs são fraturas nos braços e pernas, lesões na cabeça e no peito devido ao volante e ao painel, que se achatam por conta do para-choque das SUV ao atingir a parte superior do para-choque dos automóveis de passeio (Acierno, Kaufman, Rivara, Grossman e Mock, 2004). Para reduzir a agressividade das SUVs e picapes, em 2003 as montadoras dos EUA introduziram novas diretrizes (voluntárias) para aumentar a compatibilidade entre SUVs/picapes e automóveis de passeio. As diretrizes incluem a altura máxima das partes frontais de absorção de energia. Para aumentar a compatibilidade entre SUVs/picapes e os automóveis de passeio, instala-se um dispositivo sob as partes de absorção de energia, na frente dos veículos, na mesma altura da parte dianteira de um automóvel de passeio médio.

Medidas específicas: uma medida em veículos pesados para aumentar a compatibilidade com automóveis é o **dispositivo de proteção contra o encaixe em colisão**. É um dispositivo, como uma viga ou uma grade instalada na frente, atrás ou na lateral e entre os eixos em um caminhão ou trailer. O obstáculo pode ser feito de aço ou de metal de liga leve, ser inteiramente rígido ou ter estrutura flexível, de boa absorção de energia. O dispositivo de proteção na frente

do veículo, de acordo com a Diretiva da União Europeia, deve fazer parte da estrutura do veículo. A proteção contra o encaixe em colisão em caminhões e veículos de grande porte evita que automóveis de passeio e outros veículos menores entrem embaixo de veículos de grande porte em acidentes de colisão traseira e frontal. O objetivo do dispositivo de proteção lateral é principalmente evitar que pedestres e pessoas em veículos de duas rodas sejam atropeladas por estas vigas presentes no espaço aberto entre os eixos das rodas dos veículos de grande porte. O dispositivo de proteção contra o encaixe aumenta a compatibilidade entre caminhões e outros automóveis sem aumentar o risco de lesão para os ocupantes do caminhão.

Uma medida que reduz a compatibilidade entre os veículos e especialmente entre automóveis e pedestres são os **para-choques de impulsão**, que consistem em uma estrutura rígida que pode ser instalada na parte da frente de um automóvel ou caminhão. Como o nome sugere, estas estruturas protegem o veículo de danos em colisões com animais de grande porte. Os para-choques de impulsão não têm como finalidade tornar os veículos mais compatíveis com outros usuários (menos agressivos contra eles).

Impacto sobre os acidentes

Diferentes tipos de proteção interna contra colisão nos veículos

Kockelman & Kweon (2002) estudaram a relação entre as características dos veículos e a severidade

dos ferimentos em acidentes com a ajuda de modelos multivariados. Houve controle de uma série de características dos condutores, dos acidentes e das vias em que os acidentes ocorreram. Os resultados mostram que em média as lesões são menos graves em SUVs, picapes, vans e caminhões pesados do que nos automóveis, quando se analisa os acidentes como um todo. As lesões são menos graves em caminhões pesados. Para acidentes envolvendo vários veículos, o resultado é o mesmo. Para acidentes envolvendo um único veículo, porém, as lesões são mais graves em SUVs, picapes e caminhões pesados do que em automóveis de passeio.

As estatísticas de seguradoras nos Estados Unidos mostram que as indenizações referentes às lesões em pessoas no próprio veículo são menores para carros maiores (IIHS, 2010b). Isso se aplica a automóveis de passeio, SUVs e picapes. Em média as indenizações são mais baixas para SUVs e picapes do que para os veículos de passeios (ver tópico abaixo sobre proteção interna contra colisão *vs* Agressividade).

Proteção interna contra colisão vs agressividade

Em seu estudo, van Kampen (2000) calculou quantos condutores de automóveis de passeio e vans foram gravemente feridos em colisões frontais nos Países Baixos entre 1992 e 1997 no próprio veículo (veículo segurado) e quantas pessoas ficaram gravemente feridas no outro veículo envolvido na colisão frontal. Os resultados estão na figura 4.22.1. O número mais alto de gravemente feridos no próprio

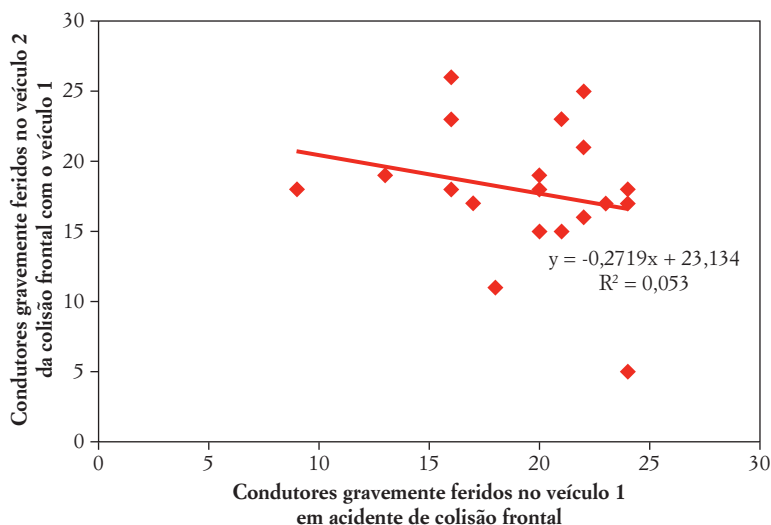


Figura 4.22.1: Relação entre os condutores gravemente feridos no veículo 1 e nos outros veículos. Baseado em van Kampen (2000).

automóvel está relacionado ao número menor de gravemente feridos no outro veículo. A relação é, no entanto, pouco consistente.

Wenzel e Ross (2005) calcularam quantos condutores de diferentes tipos de veículos foram mortos em acidentes (todos os tipos de acidentes) e quantos ocupantes do segundo veículo envolvido foram mortos em colisões com os veículos em questão. Os resultados estão na figura 4.22.2. Para a maioria dos tipos de veículos, vê-se que um maior número de mortes no próprio veículo (veículo 1) está ligado a um maior número de mortos no outro veículo (veículo 2). Além disso, quando se observa o número médio de mortes em diferentes tipos de veículos, vê-se que os tipos de veículos que têm o maior número de mortes como veículo 1 também têm maior número de vítimas como veículo 2. Há dois tipos de veículos que se distinguem. Picapes grandes enquanto veículo 1 têm um risco médio para seus condutores, mas maior risco para o outro veículo do que qualquer outro tipo de veículo. Automóveis esportivos têm um risco relativamente alto para os condutores do veículo 1, mas o risco para os ocupantes do veículo 2 não é maior. As SUVs têm em média aproximadamente o mesmo alto risco para seu condutor quanto os automóveis médios, mas maior risco para o veículo 2. Os resultados aplicam-se ao número de mortos por milhão de registros. Não houve controle de exposição nem de outros fatores.

O Instituto de Seguros para Segurança Rodoviária norte-americano (IIHS, 2010B) publicou a média de indenizações pagas por veículo para um grande

número de modelos. As indenizações estão apresentadas como um porcentual da média para todos os veículos por tipo de pagamento. Uma indenização média de 128 por danos materiais do Chevrolet Tahoe 4WD, por exemplo, significa que as indenizações para este modelo de SUV são em média 28% acima da média para todos os outros tipos de automóveis. A figura 4.22.3 mostra o valor das indenizações por lesão por ocupante do veículo 1 e por ocupante do veículo 2 em um acidente para veículos de passeio (4 portas), SUVs e picapes.

Para os veículos de passeio, as indenizações mais elevadas de lesões no veículo 1 e no veículo 2 estão relacionadas. A este respeito, para SUVs e picapes há apenas uma relação pouco consistente.

O resultado está de acordo com os resultados do estudo de Wenzel e Ross (2005). Ambos os estudos incluem vítimas no veículo 1 em todos os tipos de acidentes, incluindo acidentes envolvendo um único veículo, enquanto as lesões no veículo 2 incluem apenas lesões resultantes de colisões. Os resultados do estudo de van Kampen (2000), no entanto, baseiam-se somente em lesões em colisões. Isso pode, pelo menos em parte, ser uma possível explicação para os resultados conflitantes.

Com base nas estatísticas sobre as indenizações das seguradoras (IIHS, 2010B), a figura 4.22.4 mostra os pagamentos médios para diferentes tipos de veículos (automóveis com quatro portas, SUVs e picapes) de diferentes tamanhos. Na figura 4.22.4, as indeniza-

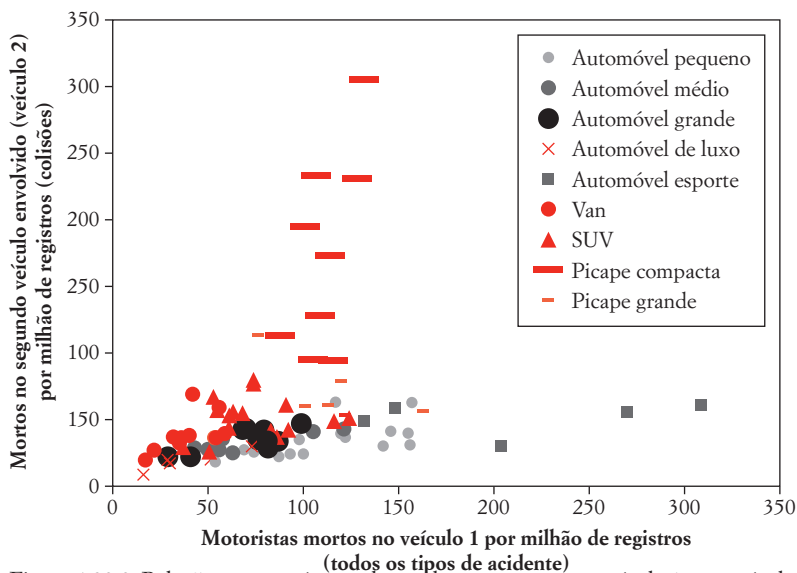


Figura 4.22.2: Relação entre o número de condutores mortos no veículo 1 e no veículo 2. Baseado em Wenzel e Ross (2005).

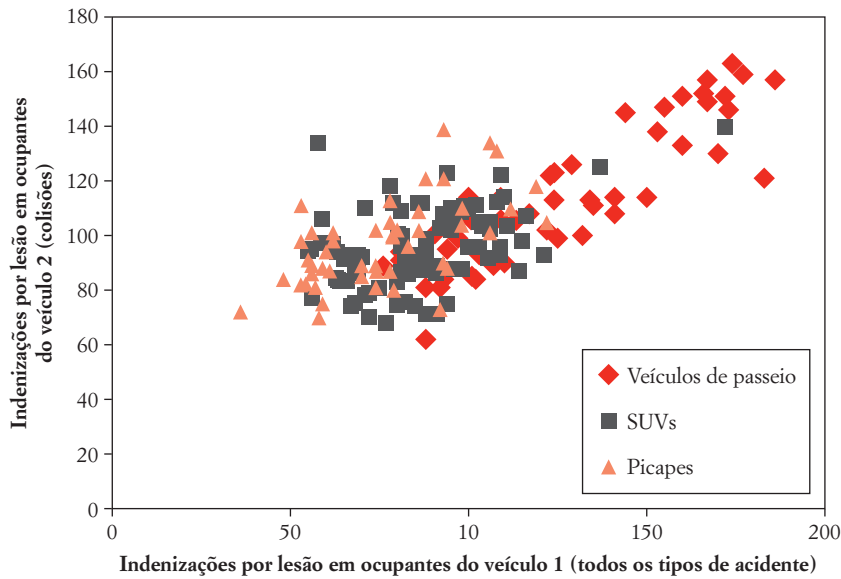


Figura 4.22.3: Indenizações por lesão em ocupantes do veículo 1 e no segundo veículo envolvido (veículo 2) em acidentes (IIHS, 2010b).

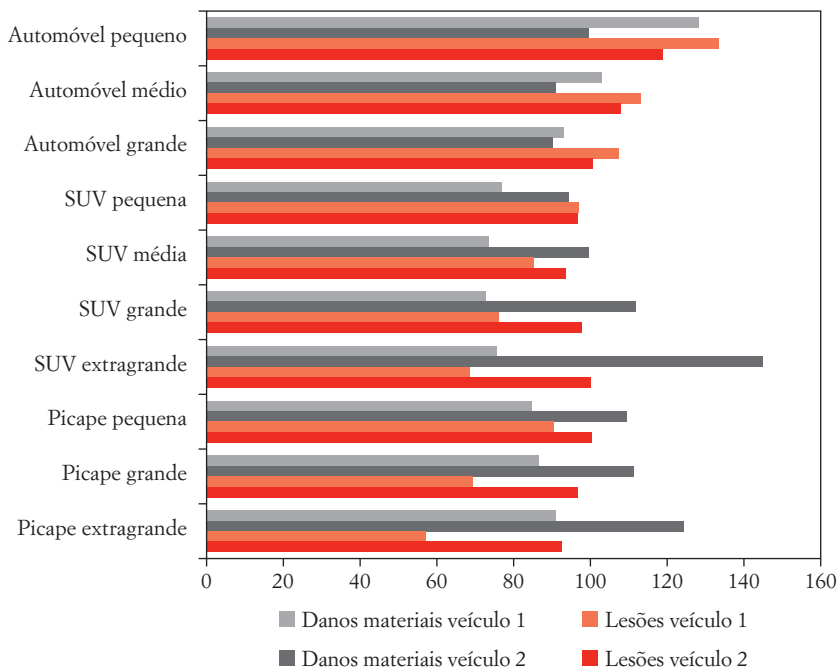


Figura 4.22.4: Média de indenizações de seguradoras para diferentes tipos de veículos, modelos 2007-2009. O veículo 1 é o veículo segurado (cujo seguro é responsável pelo pagamento); o veículo 2 é a segunda parte envolvida no acidente (IIHS, 2010B).

ções para cada grupo de automóvel foram calculadas como média não ponderada de todos os modelos no grupo de automóveis segurados (não há informações sobre quantos veículos estão incluídos nos resultados de cada modelo).

A figura 4.22.4 mostra que, para veículos de passeio, as indenizações por danos materiais no veículo

1 é maior do que para o veículo 2. Para SUVs e picapes é o inverso: as indenizações por danos materiais para o veículo 2 no acidente são maiores do que para o veículo 1. A relação entre os tipos de veículos e o valor da indenização é inconsistente. Um fator que pode ter contribuído para os resultados inconsistentes é que os danos para veículos grandes são em média mais caros para veículos me-

nores, de modo que os pagamentos dizem apenas parcialmente algo sobre as extensões dos danos.

Quando se atenta para as indenizações por lesão dos ocupantes do veículo 1 e do veículo 2, verificam-se os mesmos padrões encontrados para danos materiais. Para os automóveis de passeio, as indenizações por lesão no veículo 1 são maiores que para o veículo 2. Para SUVs, ao contrário, as indenizações por lesão no veículo 2 são maiores do que no veículo 1.

Todos os tipos de indenização por lesão em automóveis grandes segurados são menores, portanto são menores para as SUVs e picapes do que para os veículos de passeio. Isso mostra que os automóveis maiores protegem melhor seus ocupantes do que os automóveis menores.

As indenizações por lesão por ocupante do veículo 2 não apresentou nenhuma relação com o tamanho dos automóveis. Para automóveis de passeio e picapes, quanto maior for o veículo, menores serão as indenizações. Para as SUVs, ao contrário, quanto maior o veículo, maiores as indenizações; entretanto, esta relação é pouco consistente.

Diferentes tipos de agressividade dos veículos

Muitos estudos pesquisaram o risco para ocupantes de veículos de passeio e caminhões leves em colisão com outros veículos. Os resultados, que estão resumidos na tabela 4.22.1, baseiam-se nos seguintes estudos:

Joksch, 1999 (EUA);
Mizuno e Kajzer, 1999 (Japão);

Gabler e Hollowell, 2000 (EUA);
Mayrose e Jehle, 2002 (EUA);
Kahane, 2003 (EUA);
Summers, Hollowell e Prasak, 2003 (EUA);
Newstead, Watson, Delaney e Cameron, 2004 (Austrália);
Austin, 2005 (EUA); O’Neill e Kyrychenko, 2004 (EUA);
Gabler & Hollowell, 2005 (EUA) e
Fredette, Mambu, Chouinard e Bellavance, 2008 (Canadá).

Baseada nestes estudos, a tabela mostra o risco relativo de morte para os condutores em veículos de passeio ou caminhões leves em colisões com diferentes tipos de veículos. O risco relativo quando o veículo 2 na colisão for um automóvel de passeio médio é definido como 1. Os resultados foram baseados em estudos em geral e em estudos em que houve controle do peso dos veículos. Em alguns estudos, em que houve controle do peso, houve também controle de uma série de outros fatores. Não há diferenças sistemáticas em estudos com ou sem o controle de mais fatores além do peso. Há muito pouca informação para se calcular os pesos estatísticos de todos os estudos. Os resultados da tabela 4.22.1 são, portanto, apresentados como médias não ponderadas e sem intervalos de confiança. O risco relativo é calculado tanto para colisões frontais quanto para todos os outros tipos de colisão. Não existem diferenças sistemáticas entre os resultados para colisões frontais e para todos os tipos de colisão; os resultados estão, portanto, misturados.

Os resultados da tabela 4.22.1 são baseados em estudos que examinaram o peso e também são apre-

TABELA 4.22.1: RISCO RELATIVO DE MORTE PARA OS CONDUTORES DE VEÍCULOS DE PASSEIO OU CAMINHÕES LEVES EM COLISÕES COM DIFERENTES TIPOS DE VEÍCULOS. RISCO RELATIVO SE O VEÍCULO 2 FOR UM AUTOMÓVEL DE PASSEIO MÉDIO = 1.

Veículo 2	Todos os estudos		Estudos com controle do peso	
	Risco relativo de morte	Índice de estimativas de efeito	Risco relativo de morte	Índice de estimativas de efeito
SUV	2,70	21	1,78	8
Picape	2,76	15	1,68	6
Van	2,25	18	1,32	5
Automóvel pequeno	0,69	21	0,91	3
Automóvel compacto	0,82	4		
Automóvel médio	1		1	
Automóvel grande	1,38	17	1,03	2
Automóvel 4x4	1,57	1	1,57	1
Automóvel de luxo	1,14	1	1,14	1
Automóvel esporte	1,60	5	1,18	1

sentados na figura 4.22.5 para mostrar a dispersão nos resultados.

Os resultados da tabela 4.22.1 e da figura 4.22.5 mostram que os riscos de morte em uma colisão são maiores se o veículo 2 for uma SUV, uma picape ou um 4x4 (muitas SUVs e picapes são 4x4, assim como alguns veículos de passeio). Estes resultados também se aplicam quando há controle do peso dos veículos. O aumento do risco é muito maior quando não há controle do peso na análise, o que sugere que as diferenças de peso contribuem para o elevado risco de colisões com SUVs e picapes, mas que as diferenças de peso não podem explicar o aumento total do risco. Quando se observa o risco de ferimentos em colisões com diferentes tipos de veículos, mas com mesmo peso, pode-se ver que o risco de colidir com uma picape pequena é significativamente maior do que com um veículo de passeio médio, mesmo ambos estando quase na mesma categoria de peso (Gabler & Hollowell, 2005).

Outro fator que contribui para riscos elevados dos condutores que colidem com SUVs ou picapes é que estes veículos são bem maiores e mais rígidos que os veículos de passeio. Veículos de maior peso são, muitas vezes, mais rígidos que aqueles de menor peso; no entanto, esta relação não é muito consistente e há uma grande variação de rigidez entre os

veículos com o mesmo peso (Gabler & Hollowell, 2005).

A diferença no risco quando o veículo 2 na colisão é um veículo de passeio ou SUV/picape é maior em colisões frontais que em outras colisões, de acordo com Joksch (1999). As possíveis explicações para que muitos estudos encontrem maior agressividade em picapes que em SUVs é que as picapes muitas vezes transportam carga, o que leva a um peso bruto superior ao das SUVs; além disso, as picapes circulam com maior frequência em rodovias que as SUVs e, por isso, estão mais envolvidas em colisões em alta velocidade (O'Neill e Kyrychenko, 2004).

Resultados semelhantes também foram obtidos em outros estudos que não puderam ser incluídos nas análises acima e encontram-se resumidos a seguir.

Abdel-Aty e Abdelwahab (2004) mostraram que o número médio de mortes por colisão é 1,144 quando um caminhão leve colide na lateral de um veículo de passeio e 1,112 quando é o veículo de passeio que colide na lateral do caminhão leve. O resultado aplica-se ao número total de mortos em ambos os veículos envolvidos na colisão. A diferença é estatisticamente significativa. Em uma colisão lateral entre dois veículos ou dois caminhões leves, o número médio de mortes por colisão é de 1,13.

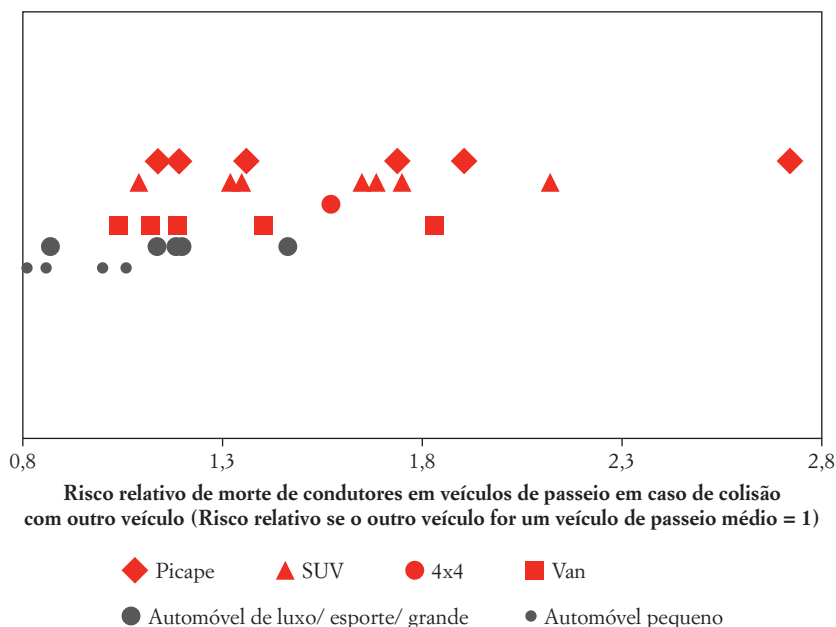


Figura 4.22.5: Risco relativo de morte para os condutores de veículos de passeio e caminhões leves em colisões com diferentes tipos de veículos. Risco relativo se o outro veículo for um veículo de passeio médio = 1 (resultados da tabela 4.22.1; apenas de estudos que controlaram o peso do veículo).

Mayrose e Jehle (2002) compararam o número de pessoas mortas em colisões frontais entre veículos de passeio e SUVs. A taxa de vítimas fatais foi maior nos veículos de passeio (56%) que nas SUVs (18%), independentemente do tamanho de ambos. A taxa de ocupantes mortos no veículo de passeio é maior em automóveis pequenos em colisões com SUVs de maior peso (70%). A taxa de mortos em SUVs em colisões com automóveis pequenos é de 3%. A taxa de mortos em ambos os veículos para todas as colisões entre veículo de passeio e SUV fica entre 35 e 37%. A exceção são as colisões com um automóvel de médio porte, em que a taxa média de mortos é de 40%. Em colisões entre um automóvel grande e uma SUV padrão, em que o automóvel tem maior peso que a SUV, a taxa é ainda maior para os mortos nos automóveis de passeio (46%) que nas SUVs (27%). Isso mostra que as diferenças de peso por si só não podem explicar as diferenças percentuais de mortes em veículos de passeio. Outros fatores que podem explicar a maior agressividade das SUVs são a altura e a rigidez (Gabler e Hollowell, 2000; Joks, 1999).

Farmer, Braver e Mitter (1997) mostraram que os ocupantes de veículos de passeio posicionados na lateral atingida por um veículo de passeio ou caminhão leve têm maior risco de lesões graves que as pessoas em caminhões leves. Estes resultados também se aplicam quando há controle de peso dos veículos. As pessoas sentadas no lado oposto ao da lateral atingida, no entanto, têm menor risco em um carro de passeio que em um caminhão leve.

O'Neill e Kyrychenko (2004) calcularam a relação entre o número de mortos em veículos de passeio e o peso do veículo 2 tanto para automóveis de passeio quanto para SUVs. O número de condutores mortos no veículo de passeio é maior se o veículo 2 for uma SUV do que se for um veículo de passeio, e o número aumenta com o aumento do peso do veículo 2, seja ele um veículo de passeio ou uma SUV. Os resultados mostram que as SUVs aumentam o risco dos condutores de veículos de passeio em maior grau para colisões laterais que em colisões frontais. O risco de uma pessoa em um veículo de passeio é em média 25% maior se o automóvel colidir frontalmente com uma SUV do que com outro veículo de passeio (se o outro veículo de passeio e a SUV tiverem o mesmo peso). Se um veículo de passeio for atingido na lateral, o risco da pessoa sentada no lado atingido é 104% maior se o outro veículo for uma SUV do que se for um veículo de passeio, mesmo se a SUV e o automóvel de passeio tiverem o mesmo peso.

Kockelmans & Kweon (2002) demonstraram que os ocupantes do veículo de passeio que colide com uma SUV, picape ou caminhão pesado têm lesões mais graves que as pessoas em veículo de passeio que colide com outro veículo de passeio. O efeito é maior quando o veículo colide com um caminhão pesado. Houve controle de uma série de características dos condutores, do acidente e da rodovia, além da idade dos veículos.

Broughton (2008) mostrou que o número de condutores mortos e gravemente feridos por veículo registrados anualmente é mais baixo em veículos mais novos que nos mais antigos. Por outro lado, colisões com automóveis mais novos levam a mais mortes e lesões graves no veículo 2 (colidido pelo veículo 1). Isso pode indicar que o aumento da proteção interna contra colisão resulta no aumento da agressividade. Há uma comparação dos números de mortos/gravemente feridos por automóvel registrado anualmente, mas não há controle de exposição nem de outros fatores.

Requisitos de compatibilidade

O impacto das novas orientações para reduzir a incompatibilidade entre SUVs, picapes e veículos de passeio que foram introduzidas nos EUA em 2003 foi estudado por Baker et al. (2008). O estudo mostra que os condutores de veículos de passeio têm menor risco de morte em colisão com uma SUV ou picape que atenda aos requisitos de compatibilidade que em uma colisão com uma SUV ou picape que não cumpra esses requisitos. O impacto total é uma redução do risco de morte em 16% (intervalo de confiança de 95% [-26; -4]). Em colisões frontais, a diferença é maior para os condutores que usam o cinto de segurança (-19% [-1; -33]) que para os que não usam o cinto (-5% [-25; 20]).

Os resultados dos testes de colisão entre SUV e veículo de passeio sugerem que o risco dos condutores dos veículos de passeio em colisões frontais com uma SUV será maior se a SUV tiver uma frente alta do que se ela tiver uma frente baixa. O risco não diminui se a SUV tiver maior capacidade de absorção de energia sem que a frente seja mais baixa (Meyerson e Nolan, 2001). Algumas SUVs e veículos de passeio maiores têm instalado um dispositivo de absorção de energia que se sobrepõe à sua parte frontal. Este dispositivo pode impedir a intrusão e reduzir a energia de impacto absorvido pelo outro veículo (Verma et al., 2005; Fuji et al., 2005).

O estudo de Verma et al.(2005) mostrou, em simulações, testes e análises de dados que uma SUV que tem a frente tão baixa que as partes de absorção de energia se sobrepõem à frente do veículo de passeio pode levar a uma maior intrusão, maior energia de colisão e ferimentos mais graves para os ocupantes no veículo de passeio que uma SUV típica, que é mais alta que o veículo de passeio. Em outras palavras, o impacto é o oposto do que seria de se esperar.

Impactos sobre o número total de feridos ou mortos em colisões: Dilema dos prisioneiros

Os condutores podem afetar tanto seu próprio risco de morte ou lesão em uma colisão quanto o de outros condutores pela escolha de seu próprio veículo. O número total de feridos ou mortos é afetado pelas características de ambos os automóveis na colisão. Quando ambos os condutores escolhem veículos que oferecem a melhor proteção individual possível, isso pode levar a um dano total maior do que se ambos tivessem escolhido um veículo individualmente “menos seguro”. Este problema é ilustrado nas tabelas 4.22.2 e 4.22.3, que se baseiam em estudos respectivamente de Tay (2002, com base em resultados de Mizuno e Kajzer, 1999) e Fredette et al. (2008). As tabelas mostram o risco relativo de ser morto para os condutores de ambos os veículos envolvidos em colisões frontais entre dois automóveis. Se ambos escolhem o veículo “menos seguro”, a soma do risco relativo é igual a 2,0. Se ambos escolhem o veículo mais seguro, o valor total dos danos é, respectivamente, 2,6 e 3,01. Um automóvel grande ou uma SUV só será vantajoso para o condutor caso o outro veículo seja

pequeno ou de passeio. Isso mostra, segundo Tay (2002), que a redução da agressividade dos veículos tem um impacto maior no número total de mortos e feridos no trânsito do que as melhorias na proteção interna contra colisão.

Com base em modelos de cálculos, Wang e Kockelmans (2005) estimaram que o número total de mortos ou feridos não mudaria se todos os veículos de passeio fossem 1.000 libras mais pesados. Se todos os veículos de passeio tivessem sido substituídos por SUVs ou picapes, o número total de feridos seria 26% mais elevado e o número total de mortes, 64% mais alto. Isso é explicado pelo fato de as SUVs e picapes serem mais agressivas, mas não mais seguras que os veículos de passeio para os seus ocupantes.

Dispositivo de proteção contra encaixe

Antes dos dispositivos de proteção contra o encaixe serem comuns em veículos pesados, muitos estudos mostraram que o encaixe contribuía para muitos acidentes graves e que as proteções provavelmente poderiam ter tornado muitos desses acidentes menos graves. Antes da introdução de requisitos para proteção contra encaixe, 35% dos acidentes fatais eram colisões entre caminhão com veículos de duas rodas ou pedestres na Suécia (Högström, Svenson, Weimar e ThörnQuist, 1973). Um estudo norte-americano estima que 90% dos automóveis que colidem na traseira de um caminhão total ou parcialmente acabam sob o caminhão (Minahan e O’Day, 1977). Dentre todas as colisões entre veículos de passeio e caminhões, 75% foram colisões laterais. Um estudo norueguês sobre a distribuição dos pontos de im-

TABELA 4.22.2: DILEMA DOS PRISIONEIOS 1: RISCO RELATIVO DE MORTE PARA CONDUTORES DE VEÍCULOS DE PASSEIO EM UMA COLISÃO COM OUTRO VEÍCULO DE PASSEIO (MIZUNO E KAJZER, 1999; TAY, 2002).

		Veículo 1: veículo de passeio			Veículo 1: SUV		
		Veículo 1	Veículo 2	Veículos 1 e 2	Veículo 1	Veículo 2	Veículos 1 e 2
Veículo 2	Automóvel pequeno	1,0	1,0	2,0	1,9	0,2	2,1
	Automóvel grande	0,2	1,9	2,1	1,3	1,3	2,6

TABELA 4.22.3 - DILEMA DOS PRISIONEIOS 2: RISCO DE MORTE PARA OS CONDUTORES DE VEÍCULOS DE PASSEIO E SUVs EM UMA COLISÃO COM UM VEÍCULO DE PASSEIO OU SUV (BASEADO EM FREDETTE ET AL., 2008).

		Veículo 1: veículo de passeio			Veículo 1: SUV		
		Veículo 1	Veículo 2	Veículos 1 e 2	Veículo 1	Veículo 2	Veículos 1 e 2
Veículo 2	Veículo de passeio	1,0	1,0	2,0	0,7	2,8	3,5
	SUV	2,8	0,7	3,5	1,5	1,5	3,0

pacto em 581 colisões mostrou que outros usuários (automóveis, veículos de duas rodas e pedestres) em 44% dos acidentes colidiram entre os eixos ou na traseira do caminhão (Fosser, 1979). Uma análise sueca sobre 187 acidentes fatais entre veículos de passeio e caminhões no período entre 1970 e 1972 mostrou que 28% foram colisões laterais ou traseiras (Högström, Svenson e ThörnQuist, 1974). Experimentos suecos de laboratório mostraram que o dispositivo de proteção contra o encaixe reduz significativamente o risco de lesão, especialmente com a utilização do cinto de segurança nos veículos de passeio (Högström et al., 1974). Uma análise britânica para 111 acidentes fatais (Robinson e Riley, 1991) em que os veículos de passeio entraram embaixo de caminhões concluiu que o dispositivo frontal de proteção contra o encaixe no caminhão poderia ter evitado 11 mortes, provavelmente ter evitado 32 mortes e possivelmente ter evitado 59 mortes. Os autores consideraram 32 mortes evitadas nos 111 (29%) acidentes fatais como a melhor estimativa do impacto do dispositivo de proteção frontal contra encaixe.

Um estudo recente nos EUA mostrou que 28% de todas as colisões entre veículos de passeio e caminhões levaram à morte de condutores ou passageiros nos veículos de passeio em acidentes de encaixe (Spainhour, Brill, Sobanjo, Wekezer e Mtenga, 2005). Neste estudo não houve encaixe nos caminhões na maioria dos acidentes.

Uma pesquisa do Reino Unido sobre colisões entre caminhão e automóvel de passeio (Robinson et al., 2009) mostrou que a taxa de ocupantes mortos para os veículos de passeio foi de 58% quando o caminhão tinha dispositivo de proteção frontal contra encaixe e 52% quando o caminhão não tinha a referida proteção frontal. Isso mostra que a redução do risco de morte em 10% não é estatisticamente confiável (intervalo de confiança de 95% [-54; 76]).

Testes de colisão e estudos aprofundados sobre colisões entre veículos de passeio e caminhões mostram que os requisitos mínimos europeus para o dispositivo de proteção contra encaixe, traseiro e lateral, não dão a melhor proteção possível para os ocupantes de veículos de passeio (Hashemi et al., 2006; Lambert e Rechnitzer, 2002; Landwieder, Gwehenberger e Kandler, 2001). Um dispositivo de proteção dianteira contra encaixe que absorvesse a energia seria mais eficaz que o dispositivo de proteção frontal rígido obrigatório (Hashemi et al., 2006; Berg, Krehl, Riebeck e Breitling, 2004).

Para-choque adicional

Um para-choque adicional afeta o risco de lesão para os ocupantes do veículo e para os demais envolvidos em uma colisão. O risco de lesão é especialmente alto para os pedestres e outros usuários vulneráveis. Experimentos de colisão demonstraram que uma colisão entre uma cabeça e um para-choque adicional a 20 km/h corresponde a uma colisão com a parte frontal de um automóvel de passeio a 40 km/h ou com a parte frontal de uma SUV a 30 km/h (BAST, 1996). Usuários vulneráveis geralmente sofrem lesões mais severas com o para-choque adicional de metal do que com a frente de um veículo convencional. O para-choque adicional de plástico é um pouco menos perigoso e pode, em alguns casos, reduzir o risco de lesão para os pedestres em relação a um veículo sem o para-choque adicional na frente (Anderson, Van den Berg, Ponte e Streeter, 2006).

Os para-choques adicionais muitas vezes são montados de modo que a energia de colisão não seja absorvida pela parte dianteira do veículo, mas pelo chassi (ADAC). Isso pode expor os ocupantes a uma desaceleração mais forte e maior risco de lesão que um carro sem o para-choque adicional. Outro problema é que os airbags podem ser acionados em colisões leves, em que os airbags não devem ser acionados. O airbag pode causar lesões desnecessárias.

Impacto na mobilidade

A compatibilidade de veículos em si não tem nenhum impacto documentado na mobilidade. As SUVs têm melhor tração em vias esburacadas, onde os veículos de passeio têm muito pouca distância em relação ao solo.

Impacto no meio ambiente

O dispositivo de proteção contra encaixe, a proteção lateral e outras estruturas secundárias que aumentam a compatibilidade do veículo também aumentam seu peso. Tendo em vista a o peso total permitido, esse aumento pode levar a uma necessidade de redução da carga a transportar. O aumento do peso do automóvel também pode aumentar o consumo de combustível. Não foram encontrados estudos em que estes impactos tenham sido quantificados.

SUVs e picapes são em média de maior peso que os veículos de passeio e, portanto, têm maior consumo de combustível.

Custos

Uma estimativa de custo do dispositivo de proteção contra encaixe nos EUA em 2009 foi de menos de US\$ 200 (em torno de NOK 1.200) (www.underri-denetwork.org). Um estudo holandês (van Kampen e Schoon, 1999) estimou os custos do dispositivo de proteção frontal contra encaixe em 5.000 florins (aproximadamente NOK 5.300) e o traseiro em 1.000 florins (cerca de NOK 1.000).

Avaliações de custo-benefício

Melhorias de compatibilidade em veículos de maior peso: foi feito um cálculo que mostra até que ponto as melhorias de compatibilidade de veículos de maior peso com outros automóveis em acidentes podem custar sem que sejam socioeconomicamente desvantajosas.

Nos anos de 2001 a 2008, em média anualmente 118 condutores e passageiros em veículos de passeio foram mortos e feridos em colisões com caminhões ou caminhões com carreta na Noruega; destes, 14,6 morreram e 2,3 tiveram ferimentos gravíssimos. Os custos dos danos totalizam NOK 593,5 milhões anuais. O número de caminhões e caminhões com carreta registrados na Noruega era de cerca de 85.000 em 2004. Os custos dos ferimentos para ocupantes em veículos de passeio para cada caminhão pesando acima de 3,5 toneladas registrado na Noruega foi de NOK 6.982 por ano. Neste cálculo não foram levados em conta os automóveis estrangeiros. Se as melhorias em veículos pesados reduzem os custos dos danos em 5%, ou seja, em torno de NOK 350 por caminhão por ano, poder-se-iam utilizar NOK 1.536 para melhorias com durabilidade de 5 anos, ou NOK 2.769 para melhorias de durabilidade de 10 anos (com uma taxa de juros de 4,5%). Se as melhorias frontais nos veículos pesados não custarem mais que, respectivamente, NOK 1.536 e NOK 1.769, elas serão socioeconomicamente rentáveis. O resultado deve ser considerado como incerto, inclusive porque o impacto sobre os custos de sinistros não são conhecidos.

Dispositivo de proteção contra encaixe: foram encontradas duas análises de custo-benefício sobre a

o dispositivo de proteção contra encaixe nos Países Baixos. van Kampen e Schoon (1999) estimaram que 25% das mortes a cada milhão de euros investido poderiam ter sido evitadas com a instalação da proteção frontal e traseira contra encaixe em todos os caminhões. O para-choque adicional dianteiro poderia ter salvado 7,5 mortes por milhão de euros e não seria rentável. O dispositivo de proteção contra encaixe traseiro poderia salvar 5,2 mortes por milhão de euros e seria rentável. As frações de custo-benefício da proteção lateral, frontal e traseira ficam, segundo Langeveld e Schoon (2004), entre 0,36 e 0,43. A redução estimada no número de feridos em acidentes que são relevantes para as medidas é de 25% para o dispositivo de proteção frontal e traseira contra encaixe e entre 25 e 35% para a proteção lateral contra encaixe.

Uma análise de custo-benefício para a questão do dispositivo de proteção contra encaixe na Austrália foi conduzida por Haworth e Symmons (2003). Na análise, presume-se que a proteção frontal e lateral reduzem o número de mortos em acidentes com encaixe em 15% e o número de gravemente feridos em 30%. Para a proteção traseira, presume-se que o número de mortos e feridos graves seja reduzido em 30%. Os custos dos acidentes são estimados em cerca de AUS\$ 2,5 milhões (NOK 45,7 milhões) para acidentes fatais, e em AUS\$ 610.000 (NOK 11,2 milhões em 2010) para acidentes com feridos graves. Os custos estimados para a proteção contra encaixe frontal são de AUS\$ 100 ou 200; para o lateral, de AUS\$ 200, e para o traseiro, também AUS\$ 200. A proteção traseira pode custar até AUS\$ 500 e as proteções contra encaixe com absorção de energia, até AUS\$ 1.500. A vida útil estimada é de 15 a 25 anos. A taxa de juros calculada é de 7%. O custo-benefício é superior a 1 para todos os tipos de caminhões e sob diferentes hipóteses. Aos 15 anos de vida, a fração de custo-benefício para o dispositivo de proteção frontal contra encaixe é de 5,1; para a lateral, de 3,1, e para a traseira, de 1,8.

Elvik (1999) fez uma análise de custo-benefício do dispositivo de proteção contra encaixe em caminhões na Noruega. O custo da proteção frontal, traseira e lateral foi estimado em NOK 13.500 por caminhão. A expectativa de vida útil é de 15 anos, e a taxa de juros, de 5%. O valor presente da redução dos custos dos acidentes com caminhões em 10% é em torno de NOK 40.000. O benefício de equipar novos caminhões com o protetor contra encaixe é, portanto, maior que os custos, apesar de os custos dos acidentes serem reduzidos em apenas 5%.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Segundo a Regulamentação de Veículos, os condutores têm o dever de instalar o dispositivo de proteção contra encaixe nos veículos quando houver obrigatoriedade. Alterações a essas disposições são adotadas pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega após consulta às organizações automotivas e profissionais do setor.

Requisitos e procedimentos formais

O uso obrigatório do dispositivo de proteção contra encaixe e o uso obrigatório da proteção lateral foram introduzidos na Noruega, respectivamente, em 1983 e 1988. O Capítulo 33 da Regulamentação de Veículos estabelece requisitos técnicos para a proteção contra encaixe, e o Capítulo 44 define requisitos técnicos para a proteção lateral. A proteção traseira contra encaixe e a proteção lateral em veículos pesados são agora obrigatórias em todos os veículos pesados de acordo com as diretivas da UE. Há, também, requisitos para a proteção frontal contra encaixe em veículo cuja altura inferior frontal ultrapasse 40 cm, medida a partir da superfície do pavimento (introduzida em 2003). Essas determinações decorrem dos § 33-4 da Regulamentação de Veículos. Os quadriciclos e automóveis cuja utilização não for compatível com suas determinações estão isentos da obrigação do uso do dispositivo de proteção contra encaixe frontal.

Testes obrigatórios para dispositivos de proteção contra encaixe também estão descritos na Diretiva da UE 70/221/CEE. Os veículos tratores, entre outros, estão isentos da exigência do uso da proteção contra encaixe, pois essa proteção traria prejuízos ao seu uso. A proteção inferior traseira e lateral pode ser rígida ou de absorção de energia, enquanto que a frontal deve ser rígida.

Responsabilidade pela execução da medida

As decisões que alterem a Regulamentação de Veículos são tomadas pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega emite homologações e supervisiona para que estas sejam cumpridas. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e a polícia

realizam inspeções técnicas dos veículos e impõem multas pela violação das determinações.

4.23 EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA EM VEÍCULOS PESADOS

O capítulo foi revisado em 2010 por Alena Høy (TØI)

Problema e finalidades

Acidentes com veículos pesados são frequentemente mais graves que outros acidentes. Os veículos pesados constituem, por seu maior peso, um perigo para os outros usuários da via. Em acidentes com veículos pesados envolvidos, geralmente é o outro veículo que tem o maior dano (veja o capítulo 4.30).

Os equipamentos de segurança em veículos pesados têm como finalidade reduzir o número de acidentes e a extensão dos ferimentos em acidentes com os veículos envolvidos. As medidas descritas neste tópico têm como meta:

- reduzir as distâncias de frenagem e manter o controle de direção durante a mesma;
- tornar os veículos pesados mais visíveis para os outros usuários, com a finalidade de reduzir as colisões (acidentes entre veículos de passeio e veículos pesados são particularmente graves pela diferença de altura entre eles) (veja o capítulo 4.22);
- dar aos condutores de veículos pesados melhor visibilidade dos outros usuários da via localizados no ponto cego do veículo; estes podem ser, entre outros, pedestres ou ciclistas que, quando envolvidos em acidentes com veículos pesados, têm os ferimentos mais graves;
- reduzir o risco de ferimentos dos ocupantes de veículos pesados aumentando o uso do cinto de segurança;
- reduzir o número de falhas técnicas em veículos pesados, que podem ser um risco para a segurança.

Descrição da medida

Dispositivos de segurança em veículos pesados incluem os seguintes tipos de equipamentos e regulamentações, que visam à redução do número de acidentes e extensão dos ferimentos:

- sistemas de freios: distância de frenagem, freios ABS, sistema de freio eletrônico;

- retrovisores e câmeras para ponto cego;
- maior visibilidade: luz de presença lateral, marcação de contorno;
- medidas para aumentar o uso do cinto de segurança em veículos pesados, cintos de segurança e uso do cinto obrigatório para passageiros de ônibus;
- melhorias de falhas técnicas;
- inspeção de transporte e certificação.
- Além dos elementos listados, neste capítulo são também mencionados: freios ABS (ver capítulo 4.3);
- estabilidade contra capotamento e anteparos em caminhão tanque (ver capítulo 4.9);
- cintos de segurança (ver capítulo 4.15);
- limitadores de velocidade e adaptação automática da velocidade (ver capítulo 4.20);
- proteção contra encaixe e proteção lateral (ver capítulo 4.22);
- trava antiálcool (ver capítulo 8.10).

Impacto sobre os acidentes

Sistemas de freio: freios defeituosos em caminhões ou rodotrens foram fator contribuinte em 6 das 76 colisões entre caminhões/rodotrens e veículos de passeio; em 1 de 4 acidentes de colisão traseira e em 4 de 15 acidentes de saída de pista na Noruega entre 2005 e 2008 (Assum e Sørensen, 2010).

Distância de frenagem e risco de acidente: diferentes tipos de freio, com diferentes efeitos de frenagem, foram estudados em um simulador veicular (Grygier et al., 2007). Os resultados mostram que os freios a disco com ar comprimido têm uma distância de frenagem 30% menor que outros freios padrão (freios a tambor, S-cam) sob condições normais de ensaio. Em vários tipos de emergências simuladas, os freios a disco tiveram em média distância de frenagem 16% menor que os freios padrão e o número de colisões diminuiu em 54%. Com freios a ar, os veículos também oscilaram menos sob frenagem e o deslocamento lateral do veículo durante a frenagem de emergência diminuiu em média 10%.

Freio automático de emergência: pode evitar colisões. Estes sistemas são obrigatórios em todos os veículos pesados novos nos países da União Europeia desde 2013. Não foram encontrados estudos empíricos sobre o impacto do freio automático de emergência em acidentes.

Retrovisores e câmeras de ponto cego: na Dinamarca, ambos os retrovisores grande e auxiliar no lado direito são obrigatórios desde 1988. A medida foi in-

roduzida para reduzir acidentes específicos em que um ciclista colide com um caminhão que realiza curva à direita em interseção. Um estudo antes-depois (Behrendorff e Hansen, 1994) mostra uma tendência de aumento do número de acidentes com vítimas (+ 11% [-3, 27]) e diminuição do número de acidentes fatais (-17% [-10; 14]). Nenhuma das alterações é estatisticamente significativa. A pesquisa mostrou que mais da metade dos espelhos angulares grandes e auxiliares foram instalados de forma incorreta.

De acordo com as directivas da União Europeia, os retrovisores de ponto cego são obrigatórios desde 2003. Na Noruega, entre 2005 e 2008, houve 7 acidentes em que um ciclista foi morto em uma colisão com um caminhão. Em 5 dos casos, o ciclista se encontrava no ponto cego e foi atingido, apesar de o condutor ter verificado todos os espelhos. Vários espelhos de ponto cego, segundo informações dos grupos de análise de acidentes, provavelmente têm sido capazes de prevenir acidentes (Karner e Sørensen, 2010).

Não foram encontrados quaisquer estudos sobre os efeitos das câmaras de ponto cego sobre os acidentes.

Maior visibilidade: luz de presença lateral, sinalização de contorno com fita retrorrefletiva: nos países europeus, de acordo com o ETSC (2006), a má visibilidade de veículos pesados é um fator que contribui em cerca de 5% de todos os acidentes graves envolvendo este tipo veículo. Fatores contribuintes podem ser os condutores dos veículos de passeio que não veem um caminhão, não veem que o outro veículo é um caminhão, não apreendem a distância ou interpretam mal a velocidade do caminhão (Reinberg, 2004).

A maior visibilidade de veículos pesados pode ajudar a reduzir os acidentes à noite, quando outro veículo colide de lado ou por trás de um veículo pesado. A visibilidade pode ser aumentada com fita refletora nas laterais e na traseira dos veículos pesados. Em experimentos de laboratório, pode-se constatar que contornos (em todos os quatro lados do caminhão) em branco ou amarelo são mais eficazes e que as listras aleatórias são menos eficazes que os contornos (Cook, Quigley e Clift, 1999). Colocar o contorno em veículos pesados não é obrigatório atualmente.

Os impactos da marcação do contorno com fita refletora no número de acidentes foram avaliados em

dois estudos dos Estados Unidos: Smith, Burger, Ziedman e Mulholland (1985) e Morgan (2001). O impacto total sobre os acidentes no escuro é uma redução estatisticamente significativa de 19% (-29; -9). Neste estudo experimental, 2.000 veículos pesados foram equipados com fitas refletoras laterais. O envolvimento em acidentes foi comparado com outros 2.000 veículos pesados sem marcação de contorno (Smith et al., 1985). O segundo estudo foi baseado em estatísticas de acidentes (Morgan, 2001).

Um estudo alemão mostrou que entre 1.000 caminhões equipados com as fitas retrorrefletivas de contorno, houve em média um acidente por ano em que o caminhão foi atingido na lateral ou na traseira no escuro. O número desses acidentes entre 1.000 caminhões sem a fita foi de 15 por ano (Reinberg, 2004).

A luz de presença lateral em veículos (leves e pesados) reduz o número de colisões laterais no escuro em 7% (intervalo de confiança de 95% [-6; -8]) de acordo com Kahane (1983).

Medidas para aumentar o uso do cinto de segurança em veículos pesados: um estudo realizado nos EUA em 2006 mostrou que 59% de todos os condutores de caminhões pesados utilizavam cintos de segurança (Bahouth et al., 2007). Dentre todos os condutores de veículos pesados que foram mortos em acidentes na Noruega, há informações sobre o uso de cinto em 43% dos condutores, dos quais 38% estavam usando o cinto de segurança. Dentre todos os condutores de veículos pesados que foram mortos ou feridos, há informações sobre o uso do cinto para 38% dos condutores, dos quais 51% estavam usando o cinto de segurança. Estudos da Alemanha mostram que o uso de cinto entre os condutores de veículos pesados é de apenas entre 5% e 10% (Langwieder, Gwehenberger e Bende, 2000).

Cintos de segurança e uso obrigatório para passageiros de ônibus: um estudo com análise em profundidade de 103 acidentes fatais com ônibus na Finlândia (Soininen, 2004) mostrou que os cintos de segurança para os passageiros poderiam ter evitado duas mortes e 20 feridos entre os passageiros de ônibus. O número total de passageiros de ônibus mortos e feridos nos 103 acidentes não é conhecido. Um estudo sueco com análises aprofundadas de três acidentes de ônibus com 128 feridos (Albertsson, Falkmer, Kirk, Mayrhofer e Björnstig, 2006) mostrou que todas as lesões fatais ocorreram em pessoas que foram arremessadas para fora do veículo e que

as lesões mais graves ocorreram em passageiros que foram atirados contra o interior do ônibus. Concluiu-se que uma grande proporção de mortes e ferimentos graves poderia ter sido evitada se os passageiros tivessem usado o cinto de segurança. Outros estudos aprofundados sobre capotamento de ônibus concluíram que o uso do cinto de segurança pelos passageiros poderia ter impedido alguns ferimentos entre eles (Chang, Guo Lin e Chang, 2006).

Melhorias de falhas técnicas: controles técnicos mostram que muitos caminhões e carretas de rodotrens possuem falhas técnicas (Fosser, 1987). Durante uma inspeção de 271 rodotrens em Solum, na província de Vestfold, 39% dos veículos de tração e 61% das carretas apresentaram falhas técnicas. Estes defeitos podem aumentar o risco de acidentes. Além dos equipamentos de segurança mencionados acima, também a retificação de defeitos técnicos pode, por conseguinte, ser considerada um requisito de segurança para os veículos pesados.

Rodotrens com um ou mais defeitos técnicos têm 72% (intervalo de confiança de 95% [35; 118]) maior risco de acidentes que aqueles sem defeitos técnicos (Jones e Stein, 1989). Isso sugere que a retificação de falhas e defeitos técnicos como resultado da inspeção veicular pode reduzir o número de acidentes envolvendo caminhões. As falhas mais comuns em caminhões semitrailers envolvidos em acidentes foram freios defeituosos (56%) e erros na direção (21%). Os resultados mostram que as falhas nos equipamentos de direção dobram o envolvimento em acidentes e freios defeituosos aumentam o envolvimento em 50%. As falhas nos conjuntos de pneus não estão relacionadas ao envolvimento em acidentes.

Inspecção de transporte e certificação: nos EUA as empresas de transporte são submetidas a uma inspeção, ou à chamada “inspeção de conformidade”, se houver suspeita de não-cumprimento de regulamentos relacionados à segurança. Em uma inspeção de conformidade, investiga-se como a empresa lida com o cumprimento de períodos de condução e descanso, manutenção de veículos, qualificação de motoristas, teste de nível alcoólico no sangue (as empresas de transportes nos EUA são obrigadas a realizar testes regulares de álcool entre seus funcionários), acidentes, produtos perigosos e várias regulamentações e regras (Chen, 2008). As inspeções foram introduzidas em 1986 para evitar que o descumprimento da regulamentação do setor de transportes prejudicasse a segurança (Moses e Sa-

vage, 1992). Moses e Savage (1994) mostraram que as empresas que não relatam acidentes notificáveis têm 9 vezes mais acidentes que as outras empresas. As empresas que não monitoram o cumprimento dos períodos de condução e repouso dos motoristas tiveram 30% mais acidentes que as outras empresas.

A primeira pesquisa sobre as inspeções de conformidade (Moses e Savage, 1992) estudou o seu impacto com base em acidentes entre 1986 e 1989. Os resultados não mostram nenhum impacto da inspeção, o que explica, em parte, que a probabilidade de ser inspecionado é muito baixa e que há apenas poucas empresas que recebem um “não aprovado” (5% dos inspecionados). Uma nova inspeção de empresas que não foram aprovadas na primeira vez comprovou ter havido redução de acidentes. Se todas as empresas que não cumprem os requisitos fossem inspecionadas e reinspecionadas, os autores estimam que o número total de acidentes envolvendo veículos pesados seria reduzido em 1,8% e o número de mortos e feridos, em 2,1%.

A FMCSA (2005) estudou o impacto das inspeções de conformidade e estimou a redução do número de acidentes em 12,6% no primeiro ano após a inspeção.

Chen (2008) mostrou que as empresas que foram inspecionadas apresentavam um aumento na média anual de acidentes antes da inspeção e, após a inspeção, apresentaram uma diminuição da média anual de acidentes. Os resultados sugerem que as inspeções reduzem o número de acidentes.

Todos os resultados dizem respeito ao impacto das inspeções nas empresas inspecionadas. Os resultados não dizem nada quanto ao possível impacto dissuasivo de uma eventual inspeção.

Na Austrália, as companhias de transporte certificam-se para diferentes tipos de certificação (Baas, 2008). A certificação é principalmente voluntária, mas pode ser um pré-requisito para concessões de transporte. As empresas certificadas têm em média 65% menos acidentes que as empresas sem certificação. No entanto, isso pode ser devido a diferenças entre as empresas que se permitem certificar e as empresas que não se permitem ser certificadas. O resultado não reflete necessariamente o impacto da certificação.

Naveh e Marcus (2007) estudaram o efeito da certificação de empresas de acordo com a ISO 9002:

1994. As empresas certificadas são principalmente empresas que transportam mercadorias perigosas ou veículos. Antes da certificação, as companhias tinham o mesmo número de acidentes que um dos grupos de controle de empresas. Depois da certificação, o número de acidentes diminuiu entre as empresas certificadas (-4% acidentes fatais, -11% acidentes com vítimas). As empresas certificadas também tiveram melhores resultados financeiros.

Alerta automático de pressão: a partir de 2012 na União Europeia passou a ser obrigatório para todos os veículos pesados novos ter um sistema de alerta para a pressão de ar dos pneus e a partir de 2014 estes sistemas tornaram-se obrigatórios em todos os veículos pesados. Não foi encontrado nenhum estudo sobre como o alerta de pressão de ar afeta o número de acidentes.

Impacto na mobilidade

Os veículos pesados podem reduzir a mobilidade para outros usuários, especialmente em rodovias com poucas oportunidades de ultrapassagem. Os veículos pesados perdem força em aclives longos. Também em curvas fechadas os rodotrens muitas vezes mantêm uma velocidade mais baixa que os veículos leves, pois exigem mais espaço e têm estabilidade inferior contra capotamento. Um estudo sueco (Kommunikationsdepartementet, 1977) mostrou que o número de ultrapassagens por 1.000 veículos-km foi de 27 para rodotrens de 24 metros comprimento contra 25,3 para rodotrens de 18 metros. A margem de segurança para o tráfego de mão dupla foi menor em ultrapassagens de rodotrens com 24 metros que para aqueles com 18 metros de comprimento (a taxa de encontro com brecha de 3 segundos ou menos foi de 53% para rodotrens de 24 metros e de 50,9% para os rodotrens de 18 metros).

Os custos do transporte de mercadorias diminuem com o aumento das dimensões dos veículos pesados (Hagen, 1995). Em cálculos econômicos, incluem-se tanto o custo referente ao tempo dos usuários e o custo direto do transporte (custos operacionais dos veículos) como elementos de mobilidade. Estes dois elementos atuam em sentidos diferentes para os veículos pesados. O aumento das dimensões reduz os custos diretos do transporte, mas provavelmente aumenta os custos de tempo tanto para veículos pesados quanto para outros usuários da via (pois os veículos pesados geram atrasos para os outros usuários).

Impacto no meio ambiente

Os veículos pesados causam mais ruídos que os veículos leves. As emissões de gases também são maiores, mas têm uma composição química diferente da composição da dos veículos leves, porque os veículos pesados via de regra são a diesel. Além de grandes mudanças nos limites totais de peso, as medidas discutidas neste capítulo quase não têm impactos mensuráveis no meio ambiente.

Veículos mais pesados causam maior desgaste nas vias que os veículos mais leves. O desgaste aumenta proporcionalmente à quarta potência da carga por eixo (Taramoera e de Pont, 2009).

Custos

Não foram encontrados valores aplicáveis do custo de freios ABS e retrovisores angulares e auxiliares. Para a luz de presença lateral, com base em um estudo americano (Kahane, 1983), os custos foram estimados entre NOK 250 e NOK 275 por veículo; no entanto, para a maioria (cerca de 80%) este custo está incluído no custo de aquisição.

Avaliações de custo-benefício

No capítulo 4.7, o valor de custo-benefício da luz de presença lateral foi calculado em 1,3. O resultado decorre de um estudo americano (Kahane, 1983), e é incerto se ele pode ser transferido para a Noruega.

Limites de peso: é difícil calcular o valor de custo-benefício de, por exemplo, restrições rigorosas de peso para os veículos pesados. Desenvolveu-se um exemplo de cálculo para um sistema de transporte hipotético, em que os veículos mais pesados conduziriam por 100 mil quilômetros por ano e transportariam 1.500 milhões de toneladas-km de mercadorias (15 toneladas por quilômetro percorrido). Pressupõe-se que o número de acidentes com vítimas em que estes veículos seriam envolvidos seja de 75 ao ano (0,75 por milhão de veículo-km). Com um limite de massa de 7,5 toneladas, como uma aproximação grosseira, o número de quilômetros percorridos aumenta para 200 mil quilômetros por ano. Pressupõe-se que o número de acidentes por milhão de veículo-km diminua para 0,45. O número de acidentes com vítimas passa, então, para 90 (200 x 0,45), ou seja, 15 a mais do que antes do limite de peso ser introduzido. Além disso, o custo do

transporte por toneladas-km quase triplicou. Este exemplo simples mostra que quase não há qualquer propósito em introduzir rigorosas restrições de peso em veículos pesados, além das que temos hoje, com a finalidade de evitar acidentes de trânsito.

Lembrete de uso do cinto de segurança: Bahouth et al. (2007) fizeram análises de custo-benefício de diferentes medidas de incentivo ao uso do cinto de segurança em grandes caminhões para mostrar sob quais condições estas medidas poderiam ser socioeconomicamente rentáveis. Os custos relacionados aos condutores de caminhões grandes em acidentes com vítimas, de acordo com Bahouth, é 70% menor quando o condutor está com cinto de segurança do que quando o condutor não usa o cinto de segurança. A taxa de uso do cinto de segurança é de 59% entre os condutores de caminhões de grande porte. Os resultados mostram que os esforços de incentivo seriam rentáveis de acordo com as seguintes possibilidades: se o uso do cinto de segurança aumentar em 5% e a medida não custar mais de US\$ 91 por veículo; se o uso do cinto aumentar em 20% e a medida não custar mais de US\$ 364 por veículo; ou se o uso de cinto aumentar em 40% e a medida não custar mais de US\$ 730 por veículo. Os custos de lembretes do uso do cinto são de aproximadamente US\$ 170, e os custos de um cinto integrado ao assento são de cerca de US\$ 700 (estes cintos são mais seguros e confortáveis que os cintos que estão ligados à coluna B e ao lado do assento).

Marcação de contorno com fita retrorrefletiva: uma análise de custo-benefício da marcação de contorno com fita retrorrefletiva foi conduzida por TÜV Rheinland (2004). A marcação de contorno tem o custo estimado em € 480 por veículo e acredita-se que sua durabilidade seja de 12 anos. Se todos os acidentes que teoricamente poderiam ter relação com o fato de veículos pesados terem sido pouco visíveis no escuro pudessem ter sido evitados, a relação de custo-benefício seria de 2,04. Acidentes recentes têm ocorrido quando um caminhão de mais de 3,5 toneladas é atingido por outro veículo no escuro ou ao anoitecer em uma rodovia sem iluminação. Assumindo valores noruegueses ao invés de europeus para os benefícios socioeconômicos de vidas salvas e ferimentos (€1 milhão por pessoa morta), a relação de custo-benefício seria estimada em 7,6.

Um estudo norte-americano (citando Reinberg, 2004) estimou os custos e benefícios de ter-se equipado todos os veículos pesados antes de 1993 com

marcações de contorno retrorrefletivas para os anos de 1999-2001. Com base em dados de ocorrência de acidentes entre 1997 e 1999 presumiu-se que o número de acidentes envolvendo veículos pesados atingidos na lateral ou na traseira pôde ser reduzido em pelo menos 15%. A relação de custo-benefício é estimada em 1,58. São levados em conta os custos socioeconômicos dos acidentes.

Uma análise dos Países Baixos (Langeveld e Schoon, 2004) para a marcação de contorno com fita retrorrefletiva estimou a relação de custo-benefício em 1,77. Isso se aplica com o pressuposto de que todos os novos veículos estão equipados com essas fitas e que a fita deve ser renovada após a metade do tempo de vida útil do veículo. A redução estimada no número de feridos em acidentes em que a má visibilidade de caminhões pode ser um fator contribuinte é de 21% a 38% (de Niet, Goldenbeld e Langeveld, 2002). Os custos por veículo (taxa única de materiais e instalação) são de cerca de € 407.

Retrovisores e câmeras de ponto cego: uma análise dos Países Baixos (Langeveld e Schoon, 2004) estimou que a relação de custo-benefício para o retrovisor de ponto cego é de 6,33 e da câmera é de 1,67. Isso se aplica sob a condição de que todos os caminhões que não tinham retrovisor de ponto cego ou câmera em 2001 devem ser equipados com estas medidas (ou espelho ou câmera), com o que o número de feridos em acidentes envolvendo problemas de ponto cego deve diminuir em 40%. Os custos por veículo são de cerca de € 150 para o retrovisor e € 900 para a câmera.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os requisitos técnicos para veículos pesados estão especificados na Regulamentação de Veículos. A iniciativa para a mudança pode ser parcialmente tomada pelas autoridades viárias.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos técnicos e de segurança para veículos pesados estão estipulados em uma série de diretivas da União Europeia:

Peso e comprimento de veículos pesados: ver o capítulo 4.30;

Sistemas de freios: os requisitos de sistemas de freio estão estipulados na Regulamentação de Veículos. O ESC (controle eletrônico de estabilidade) é, de acordo com a diretiva da União Europeia, obrigatório em todos os veículos pesados novos produzidos em países da União Europeia a partir de novembro de 2011;

Marcação de contorno com fita retrorrefletiva: não é obrigatória, mas há orientações são dadas no ECE105 da UNECE (Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa);

Retrovisor de ponto cego: é obrigatório desde 2003, de acordo com a diretiva da União Europeia;

Inspeção e certificação: devem ser realizadas inspeções de segurança em que o período de condução e de repouso do motorista devem ser inspecionados.

Responsabilidade pela execução da medida

O proprietário do veículo é sempre o responsável pelo cumprimento das disposições relativas a dimensões, segurança e outros requisitos dos veículos. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e a polícia realizam o controle destas disposições em inúmeros postos de inspeção externos. Se o veículo, durante a verificação, não se mostrar em bom estado, a polícia ou a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, nos termos do Código da Via, impõem proibições ao seu uso e relatam a infração.

4.24 CICLOMOTORES E MOTOCICLETAS

O capítulo foi revisado por Alena Høyе (TØI) em 2013

Os motociclistas têm maior risco de acidentes, de ferimentos graves e de morte que a maioria dos outros grupos de usuários. O envolvimento de vários tipos de motocicleta em acidentes está principalmente relacionado aos padrões de uso e estilo de condução. As motocicletas R (de corrida) têm risco cerca de duas vezes maior que as outras motos, provavelmente porque são mais velozes. Com passageiros, os condutores têm, em média, risco 16% maior, mas 18% menor risco de morte que os motociclistas sem passageiros. Entre os condutores jovens, a presença de passageiros também aumenta o risco de envolvimento em acidentes. Cores

refletivas e visíveis nas motocicletas provavelmente têm pouca ou nenhuma associação com o envolvimento em acidente.

Problema e finalidades

Os usuários de motocicleta/ciclomotor têm maior risco de acidentes e maior risco de ferimentos (graves) em acidentes que os outros usuários. Para as pessoas em ciclomotor, motocicleta leve e motocicleta pesada, os riscos de morte ou ferimentos em um acidente (por milhão de passageiros-km) são, respectivamente, 5,7 vezes maior, 15,1 vezes maior, e 4,7 vezes maior que os de condutores de veículo de passeio (Bjørnskau, 2011). As taxas de mortos ou gravemente feridos (dentre todos os feridos) em um ciclomotor, motocicleta leve e motocicleta pesada são, respectivamente, 1,4 vez maior, 2,7 vezes maior, e 4,1 vezes maior que entre os condutores de veículos de passeio (cuja taxa é 5,9%; SSBs ulykkesstatistikk, 2006-2011); riscos semelhantes também são encontrados em outros estudos (Craen et al., 2011; Keall & Newstead, 2012, por exemplo). Houve em média 1.010 motociclistas mortos ou feridos a cada ano na Noruega entre 2006 e 2011. Dentre estes, 31 mortos, 138 feridos graves e 842 feridos leves. De todos os feridos ou mortos, 433 conduziam motocicletas pesadas; 137 conduziam motocicletas leves e 441 conduziam ciclomotores.

Há outros fatores que contribuem para o alto risco de acidente. Mais da metade dos acidentes envolvendo motocicleta são colisões com outros veículos, tanto na Noruega (ver capítulo 4.21) quanto em outros países (de Craen et al., 2011). Vários estudos mostram que cerca de dois terços de todas as colisões entre uma motocicleta e outro veículo são causadas pelo outro veículo (Clarke et al., 2004; Haque et al., 2009; Nordkvist & Gregersen, 2010; de Rome & Senserrick, 2011). Um problema para os ciclomotores e motocicletas em particular é que muitas vezes eles não são vistos pelos condutores dos outros veículos (Vlahogianni et al., 2012). Pode haver várias razões para isso: em primeiro lugar, as motocicletas são menores que os automóveis e geralmente são equipadas com apenas um farol (elas podem ser, portanto, difíceis de detectar, especialmente de frente); em segundo lugar, os condutores de outros veículos muitas vezes não estão preparados para ver as motocicletas, inclusive porque estas são menos presentes no trânsito que, por exemplo, os automóveis (Huang & Preston, 2004; Bjørnskau et al., 2010;). No entanto, o fato de as motocicleta-

estarem em menor número não explica todo o problema; de acordo com o Craen et al. (2011), os condutores não têm maior risco durante o inverno e a primavera, quando há apenas algumas poucas motos nas vias, diferente do que ocorre no verão. Contudo, provavelmente também há diferenças entre os motociclistas que conduzem no inverno e os motociclistas do verão. Além disso, os condutores de outros veículos muitas vezes têm dificuldade para avaliar a velocidade das motocicletas, de modo que muitas vezes são subestimadas, e os condutores têm, em média, menos margens de segurança e aceitam menores intervalos de tempo quando entram em uma rodovia ou mudam de faixa na frente de uma motocicleta do que na frente de outro veículo (Brenac et al., 2006; Clarke et al., 2007; Haque et al., 2012; Horswill et al., 2005). Segundo de Craen et al. (2011), os condutores respeitam menos a preferencial de motocicletas que de automóveis em situações em que o condutor deve virar à esquerda e dar prioridade ao tráfego que se aproxima.

O estilo de condução dos motociclistas também pode contribuir para o elevado risco de acidentes e lesões. Eles normalmente conduzem um pouco mais rápido e fazem ultrapassagens com maior frequência que os condutores de automóveis. Horswill & Helman (2003) mostram, ao menos para condutores de motocicletas pesadas, que esse comportamento não é capaz de explicar toda a diferença no risco de acidentes entre motocicletas e outros veículos e que os motociclistas são melhores na detecção de situações perigosas de tráfego do que os próprios condutores de automóveis. Além disso, as estatísticas de acidentes noruegueses indicam que a ultrapassagem não é uma das principais causas do maior risco de acidentes com motocicletas. Os acidentes de ultrapassagem não são os acidentes mais frequentes nem os mais graves (ver capítulo 4.21).

A alta velocidade pode contribuir para uma parte dos acidentes envolvendo um único veículo. A maioria dos acidentes individuais na Noruega acontece em curvas com saída de pista para o lado oposto (para a direita em curvas à esquerda e para a esquerda em curvas à direita, totalizando 38% dos acidentes) envolvendo um único veículo, ou capotamento na rodovia (24% dos acidentes individuais; SSB-2006-2011). Estes acidentes podem ser causados por excesso de velocidade; entretanto, o pavimento escorregadio ou com areia/cascalho também pode ser fator contribuinte. De acordo com Rome & Senserrick (2011), a alta velocidade é um fator que contribui em 84% dos acidentes individuais em

curvas e em 13% em trechos retos (cerca de metade dos acidentes com apenas um veículo neste estudo aconteceram em curvas; os demais, em trecho reto).

Segundo Bjørnskau et al. (2010), uma velocidade muito elevada da motocicleta foi uma das principais causas de acidentes em interseções onde um condutor, prestes a realizar curva à esquerda, não concede a preferencial a um motociclista que se aproxima. Em alguns desses acidentes, a motocicleta estava a uma velocidade tão alta que dificultou a estimativa do intervalo de tempo para a manobra, além de possivelmente ter sido difícil para o condutor do automóvel perceber a aproximação da motocicleta.

Uma análise de acidentes fatais envolvendo motocicletas entre 2005 e 2009 na Noruega (Statens vegvesen, 2011) mostra que o comportamento do condutor da motocicleta foi fator determinante em 66% dos acidentes fatais. Para estes, não houve distinção entre acidentes individuais e colisões com outros veículos. Em 43% dos acidentes, transgressões e comportamento de risco ou perigoso do condutor da motocicleta (incluindo abuso de drogas e comportamento agressivo) foram fatores contribuintes para o acidente. Destes condutores, 80% já haviam sido denunciados à polícia por outras situações. Isso sugere que há um número reduzido de motociclistas com comportamentos extremos, porém que são responsáveis por grande parte da diferença de riscos entre condutores de automóvel e motociclistas.

Segundo a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (2011), falhas técnicas na motocicleta foram um fator contribuinte em apenas 3% de todos os acidentes (pneus desgastados, pressão do ar inadequada, falha de motor e moto reconstruída). Também um estudo da MAIDS (MAIDS, 2009) mostra que essas falhas foram um fator contribuinte para apenas uma pequena porcentagem de acidentes.

Entre as características dos motociclistas associadas ao risco de acidentes estão, entre outras, a idade e a quilometragem anual. A idade demonstrou estar associada aos acidentes em vários estudos. Motociclistas com menos de 35 anos têm entre 2 a 4 vezes maior risco que aqueles com mais de 50 anos de idade (Haworth et al., 1997; Harrison & Christie, 2005; Bjørnskau et al., 2010; Keall & Newstead, 2012). Na Noruega a faixa etária de 50 a 64 anos é a que tem o mais baixo risco de acidentes. Entre as explicações para o alto risco entre os jovens condutores está a pouca experiência, o excesso de velocidade e a con-

dução em ambientes de tráfego complexos (Haworth et al., 1997). Vários estudos mostraram que o risco de acidentes (número de acidentes por 1.000 veículos-km) diminuiu com o aumento da quilometragem (Bjørnskau et al., 2010; Harrison & Christie, 2005). Os condutores que dirigem menos de 2.000 km por ano têm risco de 2 a 4 vezes mais elevado que os condutores que dirigem acima de 6.000 km anuais. Homens e mulheres não tiveram, em nenhum dos estudos mencionados, diferentes riscos de acidentes. A diferença entre homens e mulheres é que a maioria de homens feridos ou mortos eram os condutores das motocicletas, enquanto que um terço das mulheres mortas e feridas eram passageiras das motocicletas (de Craen et al., 2011).

O fato de a gravidade das lesões entre os ocupantes de ciclomotores e motocicletas ser, em média, maior que entre os ocupantes de automóveis confirma que ciclomotores e motocicletas fornecem apenas a proteção mínima contra lesões em acidentes. A análise de acidentes fatais com motocicletas na Noruega (Statens vegvesen, 2011) mostra que cercas e postes de sinalização ou iluminação contribuíram para as lesões em 14% dos acidentes. Os equipamentos de proteção podem proteger contra lesões até certo ponto.

Equipamentos de segurança em ciclomotores e motocicletas devem reduzir o número de acidentes em que estes veículos estão envolvidos e a gravidade dos mesmos, fazendo, por exemplo, com que se tornem mais visíveis, mais fáceis de controlar e proporcionem maior proteção contra lesões em condutores e passageiros.

Descrição da medida

Este capítulo resume estudos sobre:

- relação entre diferentes **tipos de motocicleta** e envolvimento em acidentes;
- quando os **passageiros em motocicletas** afetam o risco de acidente;
- **cores refletivas e visíveis** que aumentam a visibilidade da motocicleta no trânsito;
- **barra de segurança (rollbar) e revestimentos**, que têm a função, respectivamente, de proteger a moto e fornecer melhor aerodinâmica, além de proteger os membros inferiores do condutor em caso de colisão ou capotamento;
- **outras medidas** que são pesquisadas empiricamente em menor grau: faróis em forma de T,

para-brisa, proteção do raio, airbags e célula de segurança ao redor do condutor.

As medidas são descritas mais detalhadamente a seguir. Diversas medidas de ITS para motocicletas ainda não estão disponíveis de forma padrão e não há resultados empíricos que possam fornecer uma indicação de seus possíveis efeitos em relação aos acidentes. Exemplos de medidas de ITS para motocicletas: displays no capacete com informação de velocidade e limite de velocidade; aviso de colisão; controle adaptativo de cruzeiro; sistemas de amortecimento e suspensão ativa; freio automático de emergência e notificação automática de acidente.

O controle de estabilidade, que tem sido responsável por uma grande redução do número de acidentes de automóveis, não necessariamente pode ser transferido para as motocicletas. No entanto, considera-se que os sistemas de suspensão ativa reduzam o risco de perder o controle da motocicleta em algumas situações (Landerl et al., 2010; Seine et al., 2012).

Testes com adaptação inteligente de velocidade (*Intelligent Speed Adaptation*, ISA) têm sido realizados para motocicletas (p. ex., Bayly et al., 2007). Um sistema que determina o controle do motorista no que diz respeito à gasolina pode ser perigoso para a motocicleta, já que sua capacidade de manobras depende do controle de gasolina. Sistemas ISA informativos, que alertam o motorista quando o limite de velocidade é excedido, podem ser mais apropriados (NMR, 2012).

Outras medidas para motociclistas estão descritas em outros capítulos: faróis, no capítulo 4.6; roupas refletivas, no capítulo 4.8; capacete, no capítulo 4.11; regulagem da potência do motor e a relação entre a potência do motor e envolvimento em acidente, no capítulo 4.21; diferentes sistemas de freio para motocicletas, incluindo freios ABS, no capítulo 4.31.

Impacto sobre os acidentes

Há poucos estudos que tratam dos impactos de diferentes medidas para motocicletas sobre o número de acidentes ou ferimentos em motociclistas. Para a maioria das medidas, há apenas os resultados dos testes de colisão (airbags, por exemplo) ou estudos de laboratório (cores refletivas e fluorescentes na moto-

cicleta). Para as medidas de segurança passiva, como airbags, células de proteção e capas para motociclistas, geralmente é difícil estimar o efeito a partir de avaliações teóricas ou testes de colisão, por conta da complexidade da sequência dos acidentes e da grande variação entre eles (Di Tanna & Pieve, 2007).

Tipos de moto

Um tipo de motocicleta que, segundo Bjørnskau et al. (2010), está sobrerrepresentado em todos os tipos de acidentes, e especialmente nos acidentes fatais, são as chamadas motocicletas R (“réplicas de motocicletas de corrida”). As motocicletas R representam cerca de metade de todas as motocicletas envolvidas em acidentes fatais na Noruega. O risco de acidentes (por veículos-km), de acordo com Bjørnskau (2010) e Harrison & Christie (2005), é cerca de duas vezes maior que para uma motocicleta média. As motocicletas Standard e Touring têm cerca de 50% menor risco que a média; as Scooters têm um risco 75% menor de acidentes (Harrison & Christie, 2005). O elevado risco de acidentes das motocicletas R também é encontrado quando se controla uma variedade de outros fatores, incluindo a idade dos motociclistas, o comportamento e a quilometragem (Bjørnskau et al., 2010). No entanto, estas provavelmente não são todas as diferenças entre os condutores de diferentes tipos de motocicletas representadas nos questionários sobre atitudes e comportamentos (outra, por exemplo, seria a frequência com que se ultrapassa a velocidade limite). Entretanto, ainda assim, pode ser o comportamento do condutor, e não a motocicleta R em si, o responsável pelo elevado risco.

Teoh & Campbell (2010) mostram que as motocicletas R têm mais que o dobro de acidentes fatais por ano de registro que os outros tipos de motocicleta, e que as motocicletas Supersport (motocicletas R que são construídas como motocicletas de competição) têm mais de quatro vezes o número de acidentes fatais por ano de registro. No estudo de De Rome & Senserrick (2011), o número de acidentes por ano de registro foi cerca de 1,5 vez mais elevado com as motocicletas Supersport, variação esportiva da moto R; o número das motocicletas Scooters foi igual ao dos outros tipos de motocicleta, enquanto que as motocicletas Off-road e Touring apresentaram apenas metade da média do número de acidentes por ano de registro. Em ambos os estudos não houve controle de outros fatores, tais como a quilometragem anual (pois as diferenças no núme-

ro de acidentes podem estar associadas a diferentes níveis de exposição). O estudo de De Rome & Senserrick (2011) também mostra fatores relativamente frequentes em acidentes fatais com motocicletas R, tais como alta velocidade, falhas do condutor e falta de habilitação do condutor. No entanto, o uso de capacete é maior e o percentual de álcool no sangue é menor que para a maioria dos outros tipos de motociclistas. Isso sugere que os condutores de motocicletas R têm comportamento especialmente perigoso quando se trata de velocidade, enquanto, por outro lado, parecem estar mais preocupados com a segurança em outras áreas.

O mesmo estudo também sugere que as formas de acidentes variam entre os tipos de motociclistas; De Roma e Senserrick (2011) constatam que os usuários de Scooters estão mais raramente envolvidos em acidentes individuais e são responsáveis pelas colisões com menor frequência que outros tipos de motociclistas. Em menor medida, isso também se aplica a motociclistas de Standard e Touring. As motocicletas Off-road estão frequentemente envolvidas em acidentes individuais, mas são as que menos causam colisões, se comparadas aos outros tipos. Para as motocicletas R e Touring, a frequência de envolvimento em acidentes é semelhante à da média. Muito da relação entre tipo de acidente e motocicleta está vinculado ao fato de que os diferentes tipos de motocicleta estão associados a diferentes padrões de uso. As Scooters são particularmente comuns no trânsito da cidade e, portanto, não é surpreendente que elas estejam mais frequentemente envolvidas em colisões. As Off-road são provavelmente conduzidas com maior frequência em áreas sem outros tipos de tráfego, o que pode explicar que os acidentes individuais sejam a maioria para este tipo de motocicleta.

Além dos estudos que estão resumidos neste capítulo, as análises de acidentes fatais na Noruega (ver Problema e finalidades) e os estudos sobre a relação entre o volume do motor e acidentes (ver capítulo 4.21) também sugerem que são principalmente tipos particulares de condutores que se envolvem nos acidentes mais graves com motocicletas R e que a alta velocidade é, em grande parte, sobre-representada em acidentes com esse tipo de motocicleta. A alta velocidade também pode ser atingida com outros tipos de motocicleta e, portanto, é improvável que haja qualquer benefício em termos de segurança em tornar as motocicletas R (ou motos com motor de grande volume) proibidas ou particularmente caras.

Passageiros em motocicletas

Os passageiros em motocicletas podem afetar tanto o risco quanto a gravidade dos acidentes. Com um passageiro, a motocicleta se torna mais pesada, mais difícil de manobrar e requer uma maior distância de frenagem. O aumento de peso também reduz a capacidade de aceleração. As motocicletas grandes, segundo Sexton et al. (2004), são conduzidas levando passageiro com maior frequência que as motocicletas menores.

Os passageiros também podem distrair o condutor ou tornar a motocicleta instável, quando, por exemplo, o passageiro muda bruscamente de posição. Os passageiros também podem afetar o decurso do acidente (pela forma como o condutor é jogado para fora da motocicleta, por exemplo). Estudos de comportamento entre condutores jovens mostraram que estes conduzem de forma mais arriscada quando levam passageiros jovens do que quando estão sozinhos (Simons-Morten et al., 2005). Segundo o estudo da MAIDS, o passageiro contribuiu para o acidente em 9% dos casos (MAIDS, 2009).

Os seguintes estudos que examinaram o impacto do passageiro na condução da motocicleta em acidentes foram resumidos pela meta-análise:

Haworth et al., 1997 (Austrália);
Preusser et al., 1998 (EUA);
Jou et al., 2012 (Taiwan) e
Moskal et al., 2012 (França).

Os resultados mostram que os condutores de motocicleta com passageiro têm 16% maior risco de envolvimento em acidentes (intervalo de confiança [-12; 20]) e 18% menor risco de serem mortos em um acidente (intervalo de confiança [-19; -16]). Os resultados são explicados pelo fato de os passageiros gerarem um impacto desfavorável na capacidade de manobra e frenagem (tendência de mais acidentes), mas levam a uma velocidade mais baixa (tendência de menos acidentes graves). A conclusão é apoiada por Savolainen & Mannering (2007), que mostraram que os condutores de motocicletas envolvidos em acidente têm, em média, lesões menos graves quando se acidentam levando um passageiro do que quando se acidentam sozinhos.

No estudo de Quddus et al. (2002), verificou-se que o número de feridos graves aumenta em 29% e que o número de mortos aumenta em 40% nos acidentes envolvendo motocicletas com passagerei-

ro em comparação com acidentes sem passageiros. No entanto, isso pode ser explicado pelo fato de que há mais pessoas envolvidas em acidentes com passageiros se comparado aos acidentes sem passageiros.

Os passageiros têm, segundo Preusser et al. (1998), impactos distintos em diferentes faixas etárias. O estudo mostra quem entre os motociclistas mortos, a taxa dos que levavam passageiros é mais elevada entre jovens de 16 anos (65%) e diminui com o aumento da idade, até 35% entre os motociclistas com mais de 30 anos. Motociclistas que levavam passageiros e foram mortos em acidentes têm, neste estudo, se comparados a condutores sem passageiros, chance 36% [+31; +40] maior de serem o culpado pelo acidente na faixa etária de 16-24 anos, chance 9% [-13; -5] menor de serem o culpado na faixa etária de 25-29 anos e chance 33% [-35; -32] menor de ser o culpado na faixa etária de 30 anos ou mais. Isso sugere que os motociclistas jovens estão dirigindo de forma mais arriscada com passageiros do que sem passageiros, enquanto os motociclistas mais velhos conduzem de maneira mais cautelosa com passageiros.

Barra de proteção e capa/revestimento (carenagem)

A finalidade de utilizar uma espécie de capa (carenagem) é principalmente melhorar a aerodinâmica; já as barras de proteção têm como finalidade principal proteger a moto em caso de capotamento. Ambas barras de proteção e carenagem, dependendo do design, também reduzem as lesões nos membros inferiores dos condutores de motocicleta em acidentes em que pode haver compressão do osso (Elliott et al., 2003). Alguns estudos mais antigos mostraram que barras de proteção e carenagem reduzem ferimentos nas pernas, mas que o número de lesões na cabeça e no tronco aumentam (Hurt et al., 1981; Ross, 1983; Otte, 1994). Os testes de colisão sugerem que as barras de proteção podem levar a lesões mais graves na cabeça e no tronco e a lesões ósseas possivelmente múltiplas, mas isso depende da forma da queda (Di Tanna & Pieve, 2007). Segundo Hurt et al. (1981), carenagens e quebra-ventos reduzem o número total de acidentes com vítimas, o que é explicado pelo fato de eles tornarem a motocicleta mais visível, reduzindo, portanto, o número de acidentes. O projeto de ambas barras e carenagens mudou muito após a realização de estudos. As carenagens, entre outros, agora são normalmente parte integrante da moto e, com menos frequência, são

instaladas como item opcional (como anteriormente), e os resultados provavelmente não são relevantes para motocicletas mais recentes.

Cores refletivas e visíveis

Há poucos estudos empíricos sobre como cores refletivas e visíveis afetam o risco de acidente. Foram identificados dois estudos (Olsson et al., 1981; Wells et al., 2004), e nenhum deles encontrou correlação entre cor ou refletivos nas motocicletas e envolvimento em acidentes com vítimas. Cores refletivas e fluorescentes no revestimento da motocicleta, no entanto, parecem ter um efeito favorável.

Outras medidas

Faróis em forma de T: Rößger et al. (2012) mostraram, em um teste de laboratório, que motocicletas com vários faróis em um dispositivo em forma de T (faróis regulares e várias lanternas no guidão e forquilha) são mais fáceis de detectar que motocicletas com faróis convencionais. No entanto, isto pode, de acordo com a Craen et al. (2011), ser devido a um efeito surpresa, e não significa necessariamente que as motocicletas com estes faróis sejam menos propensas a serem negligenciadas no tráfego em relação às motocicletas com faróis convencionais. Atualmente não existem no mercado faróis exatamente iguais a estes utilizados no referido estudo, mas algumas motocicletas têm faróis ordenados de forma similar, com um farol largo (ou várias lâmpadas uma ao lado da outra) e, em alguns casos, as lanternas também são instaladas sobre a forquilha. Não foram encontrados estudos empíricos sobre diferentes disposições de faróis.

O **quebra-vento** pode, segundo Hurt et al. (1981), tornar as motocicletas mais visíveis e, assim, reduzir os acidentes. Não é certo que isso também se aplique a quebra-ventos em motocicletas mais recentes. Não foram encontrados estudos de como os quebra-ventos afetam as taxas de lesão.

A **proteção de raios** pode evitar lesões graves em que o passageiro do ciclomotor e da motocicleta fique com o pé preso entre os raios da roda (Suri, 2007). Ambos os sapatos resistentes e a proteção de raios em ciclomotor/motocicleta podem reduzir o risco dessas lesões. Entretanto, não foram encontrados estudos empíricos que tenham quantificado estes impactos.

Airbags podem ser instalados na frente da motocicleta para proteger em caso de colisão frontal. Especialmente a cabeça e o tronco são as partes mais propensas a lesões em colisões frontais, mas também pode haver lesões abaixo da cintura e nas pernas, se estas ficarem presas à motocicleta durante o choque. Estas lesões podem ser reduzidas com airbags. Contudo, isso foi testado apenas em testes de colisão (Di Tanna & Pieve, 2007). Em colisões em que a motocicleta não está na vertical ou quando colide em um ângulo oblíquo, os airbags provavelmente têm pouco ou nenhum efeito (Haworth & Schulze, 1996). Huang & Preston (2004) mostraram que os airbags para motocicletas podem aumentar as lesões em alguns acidentes. Os resultados de um estudo americano (McCartt et al., 2007) sugerem que a maioria dos pilotos não acreditam que os airbags possam reduzir as lesões em um acidente (65% dos entrevistados) e que a maioria não consideraria adquirir uma motocicleta com airbag (79% dos entrevistados).

Uma “**barra de segurança**” em torno do condutor, como nas BMWs, obteve bons resultados em testes de colisão, mas levou a uma redução significativa da capacidade de manobra e à elevação do centro de gravidade. Não houve demanda para o produto (Di Tanna & Pieve, 2007), de modo que estas motos, portanto, não estão mais no mercado.

Impacto na mobilidade

Não foi documentado nenhum efeito sobre a mobilidade das medidas descritas neste capítulo. A presença de passageiros reduz o desempenho de aceleração e a velocidade máxima. As carenagens e os quebra-ventos tornam a moto mais confortável a uma alta velocidade.

Impacto no meio ambiente

Não há documentação sobre os impactos no meio ambiente das medidas descritas neste capítulo. As carenagens e os quebra-ventos reduzem a resistência ao ar e, portanto, o consumo de combustível. Os passageiros tornam as motocicletas mais pesadas, o que aumenta o consumo de combustível.

Custos

A maioria dos tipos de equipamentos para motocicletas está incluída como parte do preço total de

compra e é, portanto, difícil de especificar. O preço das motocicletas varia muito, mesmo dentro de um mesmo tipo de veículo. As barras de proteção podem ser compradas como item opcional e normalmente custam entre NOK 500 e 1.500. Os airbags não estão no mercado atualmente.

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontradas análises de custo-benefício para as medidas de segurança para ciclomotores e motocicletas descritas neste capítulo.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa de novos requisitos de segurança para ciclomotores e motocicletas pode ser tomada pelas autoridades, pela indústria e por organizações do setor. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tem a autoridade para definir os regulamentos veiculares. Hoje, os regulamentos noruegueses são em grande parte definidos com base nas ações legislativas da UE.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos para ciclomotores e motocicletas são estabelecidos pela regulamentação veicular.

Responsabilidade pela execução da medida

A indústria de motocicletas é responsável por assegurar que as disposições aplicáveis a ciclomotores e motocicletas sejam seguidas no que diz respeito à fabricação de novos veículos. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega pode realizar controles locais aleatórios de veículos homologados para garantir a execução da medida. O proprietário do veículo é responsável por mantê-lo em boas condições.

4.25 BICICLETAS, EQUIPAMENTOS PARA O TRANSPORTE CICLOVIÁRIO E TRANSPORTE INFANTIL NA BICICLETA

O capítulo foi revisado em 2013 por Michael W. J. Sørensen e Alena Høye (TØI)

Os ciclistas têm risco mais alto que a maioria dos outros grupos de usuários da via. O risco pode ser reduzido com o uso de faróis, inclusive durante o dia. Refletores na traseira da bicicleta, nos raios ou sobre as rodas provavelmente têm pouco ou nenhum efeito sobre os acidentes. Freios ineficientes ou que travam as rodas podem levar a acidentes, mas a relação entre o tipo de freio e o envolvimento em acidentes é incerta. Bicicletas clássicas, baratas e antigas têm o menor risco de acidente, o que provavelmente está relacionado à velocidade média. Crianças transportadas na bicicleta em uma cadeira infantil têm menor risco de lesão na cabeça quando utilizam capacete, cinto de segurança e encosto alto. Trailers infantis têm muito menor risco que a cadeirinha infantil de bicicleta, mas podem facilmente ser negligenciados no trânsito.

Problema e finalidades

De acordo com as estatísticas oficiais, a cada ano de 5 a 10 ciclistas são mortos, de 50 a 70 são gravemente feridos e entre 500 e 700 são levemente feridos em acidentes viários na Noruega (Statistisk Sentralbyrå, 2012). As lesões em bicicleta são substancialmente mal registradas nas estatísticas oficiais de acidentes, especialmente nos casos de acidentes individuais. Bjørnskau (2005) mostra que o número real é provavelmente cerca de 5.000 vítimas. Muitas das lesões são leves. Os ciclistas têm de 5 a 6 vezes mais risco de acidentes que os condutores e risco de 20 a 25 vezes mais alto, caso leve-se em consideração o baixo grau de notificação (Bjørnskau, 2008, 2011). Em 2010 foram vendidas cerca de 420.000 bicicletas na Noruega (www.holtetskiogsykkel.no).

Os ciclistas são “pequenos” no trânsito e, portanto, fáceis de ignorar. O **farol** é uma das medidas que visa tornar os ciclistas mais visíveis nas vias públicas (outras medidas com a mesma finalidade estão descritas no capítulo 4.8). Cerca de 80% dos acidentes com bicicletas ocorrem em cidades e áreas urbanas e mais de 80% dos acidentes notificados envolvendo ciclistas são colisões com automóveis, geralmente em interseções e acessos, ou atravessando a via. A partir dos acidentes entre bicicletas e automóveis na Noruega, vê-se que os condutores de veículos motorizados normalmente têm dificuldade em perceber os ciclistas, especialmente em interseções e situações em que o condutor se distrai. Além de obstáculos na visibilidade, ambiente de condução e geometria da via inadequados, a baixa visibilidade da bicicleta e do ciclista é fator contribuinte em acidentes (Bjørnskau,

2005; Akhtar et al., 2010). Um estudo holandês mostra que 30% dos ciclistas que sofreram um acidente no escuro poderiam tê-lo evitado se tivessem equipado suas bicicletas com faróis (Schoon, 1996).

Não foram encontrados quaisquer registros de quantos acidentes envolvendo bicicleta estariam relacionados aos **freios**. Um estudo norueguês mostra que 75% de todos os acidentes envolvendo bicicleta são individuais e que 20% destes são acidentes em que o ciclista freou abruptamente e “caiu de cabeça”; 25% dos acidentes envolvendo um único veículo foram acidentes em que o ciclista deslizou e capotou, entre outros motivos, porque havia areia e cascalho na pista (Bjørnskau, 2005). O estudo utilizou um questionário com mais de 4.200 ciclistas, dos quais 470 tiveram um ou mais acidentes nos últimos anos. Um estudo sueco com cerca de 18.000 acidentes de bicicleta registrados em hospitais entre 2003 e 2006 (Thulin & Niska 2009) mostrou que 72% deles foram individuais e que falhas na bicicleta contribuíram em 3,5% deles. As falhas incluem não só freios, mas também a correia que soltou, guidão solto e perfurante e selim ou rodas soltas. Uma frenagem excessiva contribuiu em 4,8% dos acidentes individuais. Objetos que entraram nas rodas da bicicleta e forçaram freadas bruscas (roupa, bolsa, galhos, pé, etc.), contribuíram em 5,6% dos acidentes individuais. Em duas pesquisas norueguesas mais antigas, estimou-se que uma maior taxa de acidentes autorrelatados estaria relacionada a questões que têm a ver com a bicicleta, incluindo freios (10-15% para adultos, 2,8% para crianças; Borger & Frøysadal 1993, 1994). Um estudo holandês mostra que 6% de todos os acidentes com uma bicicleta acontecem como resultado de o ciclista perder o controle da bicicleta devido à frenagem incorreta ou à falha nos freios (Schepers & Wolt, 2012). Esses acidentes ocorrem mais frequentemente com ciclistas que pedalam pouco do que com aqueles ciclistas que pedalam muito. Outro estudo holandês mostra que 7% dos ciclistas que se envolveram em um acidente relataram falhas técnicas na bicicleta (freios defeituosos e outros erros técnicos) como motivo do acidente, enquanto 12% disseram acreditar que as falhas técnicas podem ter contribuído para o acidente (Schoon, 1996).

Diferentes **tipos de bicicletas** podem ter diferentes riscos de acidente, em parte por terem diferentes características, tais como freios, número de marchas, direção, tamanho de roda, tamanho de pneu, e em parte porque há diferenças entre os ciclistas. As características dos ciclistas que têm relação com o risco de acidente foram examinadas na Nova Zelân-

dia (Thornley et al., 2013) e na Noruega (Bjørnskau, 2005). Os resultados são parcialmente diferentes, algo que pode estar relacionado ao fato de os dois estudos terem controlado diversas outras variáveis definidas de forma diferente. Os resultados podem ser resumidos como a seguir:

- Segundo o estudo norueguês, o risco de acidente é maior quanto mais jovem for o ciclista. No estudo da Nova Zelândia, há uma tendência semelhante, mas a relação não é estatisticamente significativa.
- Os homens têm cerca de 30% a 40% mais acidentes que as mulheres, de acordo com o estudo norueguês, mas o número de acidentes não é diferente quando se controla o comportamento (calculou-se um índice de comportamento para classificar comportamentos de risco). No estudo da Nova Zelândia não houve nenhuma diferença entre homens e mulheres.
- Os ciclistas esportistas têm risco de acidente cerca de 40% maior que os outros ciclistas; no estudo norueguês, esta diferença desaparece quando há controle das características da bicicleta e de comportamentos.
- A experiência do ciclista reduz o risco de acidentes. De acordo com o estudo da Nova Zelândia, os ciclistas com mais de dois anos de experiência têm de 20% a 30% menos acidentes e menor gravidade de lesões que os ciclistas com menos de dois anos de experiência.
- Os ciclistas com uma velocidade média abaixo de 20 km/h têm cerca de duas vezes mais acidentes que aqueles com uma velocidade média mais elevada, segundo o estudo na Nova Zelândia.
- Os ciclistas que ocasionalmente pedalam off-road têm aproximadamente 70% mais acidentes que outros ciclistas (incluindo tanto os acidentes em vias públicas quanto aqueles off-road).
- Os ciclistas com um estilo de condução arriscada têm aproximadamente 10% mais acidentes que os outros ciclistas, conforme estudo norueguês.

As crianças podem ser transportadas de diferentes maneiras na bicicleta. Anualmente, entre todas as vítimas ciclistas na Noruega, houve cerca de duas crianças de três a quatro anos e seis crianças de cinco a seis anos de idade mortas e feridas (totalizando 1,2% de todos os ciclistas mortos ou feridos; SSB, 2012). Não foi registrado quantas dessas crianças andavam em uma bicicleta própria ou eram passageiras em uma bicicleta de adulto ou em um reboque de bicicleta.

A finalidade da segurança em bicicletas é prevenir acidentes com as mesmas, fazendo com que elas se

tornem mais visíveis, mais fáceis de manobrar e de parar.

Descrição da medida

Equipamentos de iluminação e refletores

De acordo com os “Regulamentos para bicicletas” (Samferdselsdepartementet, 2007), os equipamentos de iluminação e refletores são obrigatórios na bicicleta: deve haver refletor vermelho atrás (“olho de gato”); em ambos os lados os pedais devem conter refletores brancos ou amarelos, do tipo homologado. Ao andar de bicicleta no escuro ou ao anoitecer em áreas ou vias regulares, a bicicleta deve dispor de iluminação com luz amarela ou branca e/ou luz multifuncional, que pode fornecer luz branca piscante ou contínua na frente. Na traseira, a bicicleta deve dispor de iluminação com luzes vermelhas piscantes ou contínuas. Isso também se aplica ao andar de bicicleta em calçadas e ciclovias. O farol frontal deve fornecer luz adequada sem ofuscamento. O farol traseiro deve ser claramente visto a uma distância de 300 m. O farol piscante deve piscar com pelo menos 120 disparos por minuto. Os faróis devem ser presos à bicicleta.

Uma pesquisa situacional feita com a população sobre o conhecimento, comportamentos e atitudes para segurança viária na Noruega mostra que a taxa de usuários que sempre/frequentemente usam faróis no escuro é de 48%, enquanto a taxa dos que nunca usam faróis é de aproximadamente 30%. Estes valores aplicam-se para o ano de 2011. Houve muito pouca mudança no uso da iluminação de bicicletas nos últimos 10 anos (Fyhri, 2012).

O farol de bicicleta pode ser a dínamo, mas a maioria das bicicletas tem iluminação a bateria. O farol a dínamo pode funcionar mal em dias chuvosos ou sob neve e a maioria deles não acende quando a bicicleta está parada. Há, no entanto, o dínamo magnético, que funciona independente do clima e a luz de dínamo ilumina ainda por um tempo depois que a bicicleta para. Há vários tipos de faróis a bateria. Os faróis a bateria não dependem do clima e também acendem quando a bicicleta está parada (mas não quando as baterias acabam). Muitos faróis a bateria têm a função piscante (flash).

Freios

De acordo com os “Regulamentos para bicicletas” (Samferdselsdepartementet, 2007), as bicicletas de-

vem ter pelo menos dois freios separados que operem de forma independente, um na roda dianteira e outro na roda traseira. A bicicleta deve ser capaz de parar de maneira segura, rápida e eficiente. Os dispositivos operacionais (alças, pedais) devem operar de forma independente e devem ser usados com as duas mãos no guidão.

Há muitos tipos diferentes de freios de bicicleta; em geral, podem-se distinguir freio a tambor, freio de aro (V-brake) e freios a disco. O efeito na frenagem depende em grande parte do peso e habilidade do ciclista, bem como do amortecimento, geometria, tamanho da roda, etc. (Beck, 2004). O efeito na frenagem e os vários fatores que o influenciam estão descritos no tópico Impacto sobre os acidentes.

Tipos de bicicleta

As bicicletas devem estar de acordo com os “Regulamentos para bicicletas” (Samferdselsdepartementet, 2007): devem ser montadas, adaptadas, equipadas e mantidas de modo que possam resistir às tensões às quais normalmente são expostas e possam ser usadas sem causar perigo desnecessário ou inconveniente. Há muitos tipos diferentes de bicicletas. A partir de estudos dos impactos sobre os acidentes, foram obtidos resultados quanto às bicicletas híbridas, off-road, de corrida e clássicas. As bicicletas híbridas geralmente têm rodas de aro de 28 polegadas, pneus de largura média e guidão reto; algumas têm garfo de suspensão. As bicicletas off-road têm pneus largos, garfo de suspensão e algumas têm suspensão traseira e pedais clip. A maioria tem rodas com aro de 26 polegadas, mas as mountain-bikes também começaram a vir com rodas de 29 polegadas. A posição do assento é ligeiramente inclinada para a frente. As bicicletas de competição geralmente têm guidão curvo, a posição do assento é relativamente bem inclinada para a frente e a maioria tem pedais clip. Todos estes tipos de bicicletas normalmente têm muitas marchas (de 21 a 27 marchas, por exemplo). As bicicletas clássicas têm um design mais antiquado, nenhuma marcha ou poucas, via de regra freio a tambor e a posição de seu assento deixa o ciclista montado relativamente na vertical.

Transporte de crianças em bicicletas

As crianças podem ser transportadas em bicicletas de diferentes formas:

- em uma cadeira infantil presa ao tubo do assento, garupa ou bagageiro para que a criança se sente atrás do adulto; indicado para crianças a partir de cerca de um ano e até cerca de 20 kg. Crianças de até aproximadamente 10-15 kg podem se sentar, como alternativa, em um assento infantil montado no guidão, na frente dos adultos, mas isso pode prejudicar um pouco a estabilidade da bicicleta;
- em trailers infantis, que podem ser para uma ou duas crianças. Trailers infantis podem ser usados para todas as crianças que não excedam os limites de peso (os limites de peso variam um pouco entre diferentes modelos, sendo que os maiores modelos, para duas crianças, têm limite máximo permitido de 45 kg), mas não são recomendados por fisioterapeutas para as crianças que não podem se sentar de forma independente;
- em bicicletas tandem infantis, que podem ser usadas com crianças de 4 a 8 anos. As bicicletas tandem infantis têm roda traseira própria e são presas ao tubo de assento ou à garupa da bicicleta do adulto.

Maiores informações sobre cadeiras infantis e trailers podem ser encontradas em www.tryggtrafikk.no. As bicicletas tandem não são muito difundidas na Noruega. De acordo com os “Regulamentos sobre a utilização de veículos” (Samferdselsdepartementet, 2012), permitem-se os seguintes passageiros em bicicleta regular, se os limites de peso não forem ultrapassados e se o transporte for realizado de forma segura:

- duas crianças com menos de 6 anos ou uma criança menor de 10 anos na bicicleta. Se a bicicleta for equipada com trailer, só poderá transportar na bicicleta uma criança menor de 10 anos;
- duas crianças com menos de 6 anos ou uma pessoa no trailer da bicicleta.

Pino de distância

Um pino de distância é um plástico laranja com reflexo que pode ser montado na garupa, sobressaindo 30 cm para o lado esquerdo. A finalidade é que os condutores mantenham uma distância maior da bicicleta. Estes pinos não são mais muito difundidos.

Outros tipos de equipamentos

Outros tipos de equipamentos de segurança a respeito dos quais não foram encontrados estudos empíricos podem ser, entre outros:

- Campanha de bicicleta: segundo os “Regulamentos para bicicletas” (Samferdselsdepartementet, 2007), todas as bicicletas devem ter campanha. Outros aparelhos de aviso são proibidos.
- Luz/iluminação especial: várias luzes especiais podem tornar os ciclistas mais visíveis, como, por exemplo, faróis, piscas, luzes vermelhas, luzes particularmente evidentes nas rodas ou pedais, além de luzes para marcação de ciclovias ou zonas de segurança (virtuell sykkelfelt; Sørensen, 2013).
- Computador de bordo na bicicleta, que pode medir distâncias, velocidade e velocidade média, força da pedalada, pulso, queima de calorias, altitude em relação ao nível do mar, navegação, quando é hora de lubrificar a correia, entre outros.

Impacto sobre os acidentes

O impacto da maior parte dos equipamentos de bicicleta no número de acidentes é pouco estudado. A maioria das pesquisas realizadas diz respeito a impactos de vários fatores de risco que podem estar relacionados ao número de acidentes, como, por exemplo, distância de parada, distância de detecção ou distância de passagem.

Equipamentos de iluminação e refletores

Encontraram-se cinco estudos empíricos sobre o efeito dos equipamentos de iluminação no número

de acidentes. A tabela 4.25.1, resumida a seguir, fornece uma visão geral dos resultados e dos próprios estudos.

Biegler et al. (2012, Austrália): a taxa de ciclistas gravemente feridos em acidentes é 66% menor entre os ciclistas que pedalam em bicicletas com faróis que entre aqueles que não têm farol na bicicleta, quando há controle em relação à iluminação (nublado *vs* não nublado).

Washington et al. (2012, Austrália): não encontraram a associação significativa entre o uso autorrelatado de faróis de bicicleta e o número de acidentes (não mostrado na tabela 4.25.1).

Madsen et al. (2013, Dinamarca): em um estudo experimental, cerca de metade dos quase 4.000 ciclistas instalaram faróis permanentes. Os faróis com propulsão magnética na forquilha e nos raios iluminam quando os magnetos passam entre eles, ou seja, as luzes piscam mais rápido quanto mais rápido a bicicleta for pedalada e apagam quando a bicicleta está parada. Os resultados mostram que os ciclistas com faróis de condução permanentes tiveram menos acidentes com vítimas que os ciclistas que nem sempre utilizam luzes de circulação diurna. As reduções nos acidentes foram encontradas principalmente durante o dia (-18%) e ao entardecer (-51%), bem como para os acidentes com um segundo veículo (-47%). O fato de não ter sido encontrado nenhum impacto para o escuro deve-se provavelmente ao

TABELA 4.25.1: IMPACTOS DOS EQUIPAMENTOS DE ILUMINAÇÃO E FREIOS DA BICICLETA NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Tipo de equipamento	Porcentual de mudança no risco de acidente		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Uso de farol diurno (contra o não-uso) (Biegler et al., 2012)	Acidentes com feridos graves (contra acidentes com feridos leves)	-66	(-84; -26)
Farol permanente (Madsen et al., 2013)	Todos os acidentes com feridos	-19	(-39; +9)
	Acidentes com feridos durante o dia	-18	(-43; -18)
	Acidentes com feridos ao anoitecer	-51	(-82; +35)
	Acidentes com feridos à noite	0	(-44; +79)
	Acidentes com feridos com segunda parte envolvida	-47	(-69; -9)
	Acidentes com feridos individuais	0	(-30; +43)
Equipamentos de iluminação em boas condições (Martínez-Ruiz et al., 2013)	Colisão com outros veículos	-61	(-77; -35)
	Acidentes com um único veículo	+36	(-42; +219)
Uso do farol no escuro (Thornley et al., 2013)	Condução constante com farol traseiro no escuro	-37	(-57; -9)
	Condução sempre com farol dianteiro no escuro	+20	(-21; +84)

fato de que a maioria dos ciclistas sempre conduz com faróis acesos no escuro.

Martínez-Ruiz et al. (2013, Espanha): bicicletas com equipamento de iluminação em boas condições têm 61% menor risco de serem envolvidas em uma colisão com outro veículo que bicicletas com equipamentos de iluminação defeituosos. Isso se aplica somente a colisões em que o ciclista tenha praticado uma violação das regras de trânsito. Os equipamentos de iluminação não parecem afetar os acidentes com um único veículo (a bicicleta), o que é esperado. O estudo tem várias deficiências metodológicas, e o grande impacto sobre as colisões pode ter sido superestimado.

Thornley et al. (2013; Nova Zelândia): os ciclistas que sempre pedalam no escuro com farol traseiro têm 37% menor risco de acidente que outros ciclistas. Para a condução da bicicleta no escuro com farol frontal, não houve nenhuma associação com o risco de acidentes. Os resultados são baseados em acidentes autorrelatados sobre o uso do farol da bicicleta e houve controle de muitos outros fatores, incluindo uso de roupas com cores fluorescentes.

O impacto dos equipamentos de iluminação ou refletores nas bicicletas na distância de detecção no escuro foi pesquisado nos seguintes estudos:

Burg & Beers, 1978;
 Matthews & Boothby, 1980;
 Watts, 1984A, B, C;
 Blomberg, Hale e Preusser, 1984;
 Gale & Cairney, 1998;
 Kumagai, 1999;
 Hagel et al., 2007 e
 Wood et al., 2009.

Os resultados diferem entre os estudos. Para o farol dianteiro, constante ou intermitente, encontrou-se todo tipo de resultado, desde nenhum efeito até um aumento de 40% na distância de detecção quando o ciclista não usa roupas particularmente visíveis nem refletoras. Wood et al. (2009) não encontraram nenhum efeito positivo do farol de bicicleta, constante ou intermitente, em relação à distância de detecção, independentemente se o ciclista vestia roupas pretas, colete refletivo ou refletores em torno de tornozelos e joelhos. Quando o ciclista usava colete, tornezeleiras e joelheiras refletoras, a distância de detecção foi até mesmo mais longa sem farol do que com farol (ver o capítulo 4.8). Para o farol traseiro, foi encontrado um aumento da distância de detecção de 40%, enquanto que um refletor atrás da bi-

cicleta não pareceu afetar a distância de detecção. O farol traseiro intermitente provou ser mais eficaz que o constante, e verificou-se que muitos faróis dianteiros têm relativamente pouco efeito.

Para os dispositivos refletivos instalados no pedal e nas rodas, foi encontrado um impacto positivo na distância de detecção ou probabilidade de detectar um ciclista, sendo que os refletores nas rodas podem aumentar a chance de reconhecimento dos ciclistas, e para o pedal com reflexo foi encontrado um aumento de 75% na distância de detecção.

Ao todo, os resultados indicam, a partir de estudos de acidentes, que o farol de bicicleta pode reduzir o risco de acidentes tanto durante o dia quanto no escuro. Para os faróis dianteiros, os resultados são, entretanto, um pouco incertos (um dos estudos não encontrou nenhum efeito). Uma vez que não ser visto de frente é um problema maior para os ciclistas que não ser visto por trás (Gale & Cairney, 1998), seria de se esperar que o farol dianteiro proporcionasse uma maior eficácia que o traseiro. No estudo houve controle do uso de roupa de cores fluorescentes, de modo que o resultado não pode ser explicado pelo fato de que aqueles que utilizam faróis em maior grau que os outros também usam roupas com cores fluorescentes. Uma possível explicação é que muitos faróis são insuficientes e que os condutores que ignoram o ciclista de frente têm menos tempo para frenagem, assim que percebem o ciclista, do que os condutores que não veem um ciclista por trás.

Os resultados dos estudos sobre o impacto na distância de detecção sugerem que os faróis têm pouco ou nenhum efeito se o ciclista também estiver usando colete refletivo e refletores nos tornozelos e joelhos. No entanto, não é certo que isso possa ser generalizado, uma vez que esses estudos sempre investigam um número muito limitado de casos.

Os refletores na traseira da bicicleta, nos raios ou sobre as rodas provavelmente têm pouco ou nenhum impacto no risco de acidentes. Os refletores nos pedais podem reduzir o risco, mas isso talvez não se aplica se o ciclista utilizar faixas reflexivas em torno dos tornozelos (que geralmente são mais visíveis e de mais direções que os refletores de pedal).

Freios

Um estudo espanhol (Martínez-Ruiz et al., 2013) sugere que freios em boas condições, sem falhas, na bi-

cicleta reduzem o risco de acidentes em mais de 80% (-86% para colisões e -91% para acidentes individuais). Este estudo tem algumas deficiências metodológicas e o resultado provavelmente é superestimado.

Bjørnskau (2005) mostrou que há uma tendência de as bicicletas com freios a disco terem mais acidentes que as com V-brake (freio de aro); já as bicicletas com V-brakes têm mais acidentes que as com freio a tambor quando se controla uma série de outros fatores (inclusive tipo da bicicleta, quantidade de bicicletas e características do ciclista). Os resultados podem ser explicados pelo fato de o freio a tambor ter o melhor efeito de frenagem. Estudos sobre a relação entre freio e distância de frenagem mostraram que o freio de aro proporciona distâncias de frenagem mais curtas que o freio a tambor (Fosser, 1986). Os freios a disco têm frenagem muitas vezes melhor e mais suave que os freios de aro, especialmente quando a pista está molhada ou com neve. Beck (2004), no entanto, identificou que os freios V-brake possibilitam melhor frenagem em pista seca que os freios a disco. As desvantagens de todos os tipos de freios de bicicleta é que o efeito de frenagem depende das condições da borracha, se, por exemplo, estão limpas, secas, em linha reta, se precisam ser substituídas ou ajustadas com mais frequência que com freios a disco e se as borrachas estão desgastadas nas bordas; assim, esses freios, depois de algum tempo, devem ser substituídos, caso se queira evitar o risco que eles travem sem serem acionados.

Um freio na roda dianteira proporciona distâncias de frenagem mais curtas que um que só funcione na roda traseira. O efeito de frenagem na roda traseira é de cerca de 76% do efeito de frenagem na roda dianteira e de cerca de 65% do efeito de frenagem nas rodas dianteiras e traseiras juntas (Beck, 2004). O efeito de frenagem é quase tão bom em estrada de terra quanto no asfalto (Beck, 2004). Freios que travam tornam difícil manter a estabilidade, especialmente se há o travamento da roda dianteira. Para reduzir o risco de travamento dos freios, Lie & Sung (2010) aconselham que se usem freios com diferentes efeitos de frenagem nas rodas dianteira e traseira (mais fraco na roda traseira, que trave mais suavemente que a roda dianteira, ou freios antitravamento). O freio antitravamento para bicicletas foi descrito por Tavakoli (2008), mas não está disponível no mercado atualmente. Winck et al. (2010) mostraram que é possível a fabricação de freios ABS para bicicletas com freios a fio (*cable-type brakes*), o que reduz o risco de os freios travarem sem causar aumento na distância de frenagem.

Tipos de bicicleta

Bjørnskau (2005) não encontrou nenhuma diferença significativa no envolvimento em acidente entre diferentes tipos de bicicleta em estudos considerando uma série de outros grupos de controles e variáveis (p. ex.: frota de bicicleta, sexo, idade, preço, tipo de freio, pedais, forquilha de suspensão), mas há uma tendência de que as bicicletas clássicas tenham menos acidentes que as off-road e as híbridas, enquanto que as bicicletas de corrida ficam no meio termo. As bicicletas mais caras, as bicicletas com assento mais elevado que o guidão e com pedais de clip parecem estar mais frequentemente envolvidas em acidentes que as outras. O percentual dos que precisaram de tratamento médico é significativamente mais elevado entre os ciclistas com bicicletas novas que entre os ciclistas com bicicletas antigas. Há uma tendência de que as bicicletas com forquilha de suspensão estejam mais raramente envolvidas em acidentes que as outras. O fato de as bicicletas clássicas, baratas e antigas com freio a tambor terem menor número de acidentes pode estar relacionado à velocidade média. Houve controle do estilo de condução, seguro *vs* arriscado, para os modelos, mas esta variável provavelmente não capta todas as diferenças de estilo de condução.

As bicicletas de corrida apresentaram, na pesquisa de Schepers & Wild (2012), risco duas vezes maior de acidente em que o condutor perde o controle em vias escorregadias ou irregulares que as outras bicicletas e risco 70% menor de acidente devido à frenagem com defeito. No estudo, houve controle de certo número de outros fatores, incluindo o quanto a bicicleta é usada, a velocidade durante o acidente, características das vias, etc. O resultado é explicado pelo fato de as rodas das bicicletas de corrida serem mais estreitas e leves.

As bicicletas com guidão baixo e/ou mais de 5 marchas têm, segundo Borger (1995), mais acidentes que outras bicicletas. As bicicletas com guidão baixo têm risco de acidente cerca de 80% maior que aquelas que têm guidão convencional (controlado o número de marchas). As bicicletas com até 5 marchas têm risco de acidente ligeiramente inferior ao das bicicletas sem marcha e as com mais de 5 marchas têm cerca de 60% maior risco de acidentes que as demais. O estudo foi realizado baseado em autorrelatos e em dados de exposição. Os resultados baseiam-se em relativamente poucos acidentes e devem ser considerados incertos.

Para tipos especiais de bicicletas, como bicicletas reclinadas ou tandem, não foram encontrados es-

tudos sobre o envolvimento em acidentes. Deve ser provavelmente devido ao pequeno predomínio destes modelos. Nas bicicletas reclinadas, em que o assento do ciclista é baixo e em uma posição reclinada, tem-se a vantagem da possibilidade de frear fortemente sem capotar. A desvantagem é que essas bicicletas não têm boa estabilidade, são baixas e, portanto, difíceis de serem vistas no trânsito e, ademais, são difíceis de manobrar (Wood, 1999).

Transporte de crianças em bicicletas

Não foram encontrados estudos ou estatísticas de acidentes que pudessem fornecer uma indicação sobre o envolvimento em acidentes de bicicletas com cadeiras infantis, trailers ou bicicletas tandem.

As **cadeiras infantis** podem tornar a bicicleta instável porque o centro de gravidade fica mais alto, o que aumenta o risco de tombamento. Em um estudo com bonecos, Miyamoto & Inoue (2010) examinaram o impacto do encosto alto, do cinto de segurança e do capacete em cadeiras infantis no grau de lesão quando da queda da bicicleta. Os resultados mostram que:

- o capacete reduz os ferimentos, independentemente de qualquer outro equipamento de segurança sendo utilizado;
- o cinto reduz a extensão dos ferimentos, à exceção de quando aliado a um encosto baixo, situação em que o cinto pode levar ao aumento das taxas de lesão;
- o encosto alto reduz a extensão dos ferimentos, exceto quando nem o cinto nem o capacete são utilizados; o aumento na extensão dos ferimentos com o uso do encosto alto mas sem cinto nem capacete provavelmente pode ser explicado pelo fato de a criança sentar-se ligeiramente mais elevada em um assento de encosto alto.

Apenas com a utilização do capacete, do cinto e do encosto alto, os resultados dos testes indicaram a possibilidade de se evitar uma fratura craniana. O impacto dos equipamentos de segurança quando a bicicleta capota em velocidade elevada não foi investigado. Além de encosto alto e cinto, as cadeiras infantis devem ter proteção para os pés que impeça que estes sejam prensados pela roda ou pelos raios da bicicleta.

O **trailer infantil** é provavelmente a maneira mais segura de transporte, porque este reboque tem um

centro de gravidade muito baixo e é, portanto, difícil de tombar/capotar. Muitos deles são, além disso, construídos de modo que as crianças estejam, em certa medida, protegidas nas laterais de um possível tombamento/capotamento ou colisão (Murray & Ryan-Krause, 2009). A desvantagem dos trailers é que, por serem baixos, podem ser facilmente negligenciados no trânsito. Os ferimentos decorrentes de quedas são, como esperado, menores que para crianças em cadeiras infantis (72% em cadeiras infantis *vs* 50% em trailers). Quanto a outras lesões que ocorrem em colisões contra a bicicleta ou rodas dos trailers, tem-se 9% em cadeiras infantis *vs* 33% em trailers (Powel & Tans, 2000).

Os trailers devem ser equipados com cinto de segurança e tanto o cinto quanto o capacete devem ser usados, segundo Murray & Ryan Krause (2009). Muitos veículos também são equipados com uma bandeira no topo para se tornarem mais visíveis. O uso de refletor é obrigatório e deve ser aliado, no escuro ou quando há pouca visibilidade, ao uso do farol traseiro no trailer. É especialmente importante que a bicicleta com um trailer tenha bons freios. Não foi encontrado nenhum estudo que examinasse o impacto do cinto, da bandeira e dos refletores no envolvimento em acidentes.

Para as **bicicletas tandem** não foram encontrados estudos sobre o envolvimento em acidentes ou o risco de lesão.

Tanto a cadeira infantil quanto o trailer e a bicicleta tandem aumentam a distância de frenagem, o que pode aumentar o risco de envolvimento em acidentes, dado que a velocidade seja igual à de uma bicicleta sem cadeira infantil/trailer.

Proteção dos raios

As pessoas sentadas na garupa de uma bicicleta, na maioria das vezes crianças, podem ter ferimentos significativos nos pés se estes forem prensados contra os raios (Suri, 2007). Ambos sapatos resistentes e proteção dos raios podem reduzir o risco dessas lesões. Segundo Borger (1995), a proteção dos raios reduz em 25 a 30% a probabilidade de se incorrer em uma lesão que requeira tratamento médico. Isso, no entanto, provavelmente aplica-se àqueles que pedalam e não aos que se sentam na garupa. Os resultados baseiam-se em relativamente poucos acidentes e devem ser considerados como incertos. Outros estudos que quantifiquem o impacto da

proteção dos raios ou a resistência dos sapatos não foram encontrados.

Pino de distância

Alguns estudos mais antigos mostraram que o uso de pinos de distância aumenta a distância de passagem (proximidade) em aproximadamente 5% a 10% (Oranen, 1975; Watts 1984A; Angenendt & Hauser 1989).

Impacto na mobilidade

Os equipamentos de segurança para bicicletas não têm impactos documentados sobre a mobilidade. O uso de faróis a dínamo leva a uma pedalada mais forte. Este problema é limitado nos faróis mais novos e modernos, à base de diodos e semicondutores. Freios defeituosos podem reduzir consideravelmente a capacidade de manobra. As bicicletas de competição em geral, com pneus estreitos e lisos e com muitas marchas, podem ter maiores velocidades que as bicicletas com pneus largos e com mais atrito ou com poucas marchas. O transporte de crianças, na bicicleta ou em trailer, pode resultar em uma velocidade reduzida, mas, por outro lado, pode aumentar a mobilidade para viagens com crianças.

Um possível impacto é que o uso de certos tipos de equipamentos de segurança (equipamentos de iluminação, reflexos e pinos de distância, por exemplo) crie uma falsa sensação de segurança e que o ciclista compense com uma condução menos cuidadosa.

Impacto no meio ambiente

Os equipamentos de segurança de bicicleta não têm nenhum impacto documentado no meio ambiente. A utilização de faróis modernos de bicicleta, à base de semicondutores, reduz o consumo de baterias, o que pode teoricamente ter um efeito ambiental pequeno, porém positivo.

Custos

Alguns tipos de equipamentos de segurança, como freios e marchas, estão normalmente incluídos como parte do preço de compra total da bicicleta e são, portanto, difíceis de se especificar. Outros tipos

de itens, como lâmpadas, cadeiras e trailers infantis, geralmente são acessórios. Os custos dos equipamentos de segurança variam muito, dependendo do tipo e da qualidade:

- Tipos de bicicleta: NOK 50 - 5.000;
- Cadeiras infantis: NOK 400 - 2.000;
- Trailers: NOK 1.000 - 20.000.

Avaliações de custo-benefício

Não é possível fazer boas avaliações de custo-benefício dos equipamentos de segurança de bicicletas, uma vez que o impacto nos acidentes é muito incerto.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa de compra de equipamentos de segurança que não são obrigatórios deve partir do próprio proprietário/usuário da bicicleta.

Requisitos e procedimentos formais

As determinações relativas aos tipos de equipamentos de segurança exigidos e as regras para testes e aprovação desses equipamentos são fornecidas pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, em consulta com a indústria de bicicletas e organizações de transporte ciclovitário. Os Regulamentos das Bicicletas foram estabelecidos pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega em 19 de fevereiro de 1990. Nos Regulamentos sobre a Utilização de Veículos estão incluídas as determinações relativas ao transporte de crianças em bicicletas.

Os requisitos para freios, faróis, refletos e campainhas foram discutidos anteriormente neste capítulo. As determinações gerais estabelecem que as bicicletas devem ser construídas, equipadas e mantidas de tal modo que possam suportar as tensões às quais geralmente são submetidas e possam ser usadas sem causar perigo desnecessário ou inconvenientes. A bicicleta deve conter marcação clara e permanente do número de série no quadro. Este deve ser concebido de tal modo que seja claramente visível e que não possa ser facilmente removido ou modificado.

Responsabilidade pela execução da medida

O usuário da bicicleta é responsável por suprir a bicicleta com os equipamentos de segurança exigidos, de acordo com os Regulamentos sobre Bicicletas de 19 de fevereiro de 1990. Os equipamentos de segurança para a bicicleta são, em sua maioria, responsabilidade do próprio usuário ou proprietário. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e a polícia podem realizar fiscalização para verificar o cumprimento das determinações.

4.26 REQUISITOS PARA REBOQUES

O capítulo foi parcialmente revisado em 2011 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Conduzir com reboque resulta em maiores exigências em relação ao condutor do que conduzir sem reboque. Estabilidade, tração, aceleração e frenagem mudam ao se transportar um reboque. A marcha a ré com um reboque pode causar certos problemas para muitos condutores.

Os veículos com reboques envolvidos em acidentes de trânsito devem ser devidamente discriminados quando do registro do acidente. Da mesma forma, o reboque sem o veículo trator, ou seja, um reboque estacionado sozinho, por exemplo, deve ser registrado pela polícia nos boletins de ocorrência de acidentes de trânsito. A estatística de acidentes para os anos de 2005 a 2009 mostra que em média 386 veículos com reboque foram envolvidos em acidentes com vítimas. Dentre eles, 12 veículos de passeio ou vans com trailers de camping, 84 veículos de passeio ou vans com reboque, 14 caminhões com reboque (de 1 eixo), 88 caminhões com reboque (de 2 eixos), 35 caminhões ou veículos combinados com reboque, 7 caminhões-tanque com reboque e 144 semirreboques.

Várias pesquisas norueguesas estimaram o risco de acidente ao conduzir com um reboque em relação ao risco de conduzir sem reboque (Gabestad, 1979; Hvoslef, 1990; Borger, 1991; Sætermo, 1995). Com base nestes estudos, o risco relativo durante a condução com reboque é calculado da seguinte maneira (para um risco de condução sem reboque igual a 1,00 (intervalo de confiança de 95%, entre parênteses):

- veículos de passeio com trailer de camping: 0,49 (0,29; 0,81);
- caminhão com reboque de eixo ou semirreboque: 1,01 (0,97; 1,06);
- carreta/cavalo mecânico com semirreboque: 1,30 (1,21; 1,40).

Conduzir com trailers de camping e reboques ou semirreboques nos caminhões não parece levar a um aumento do risco de acidente. Os semirreboques de carreta, no entanto, parecem proporcionar cerca de 30% mais risco que a condução do cavalo mecânico sozinho. Salienta-se que estes números são incertos e que não são levadas em conta quaisquer outras diferenças entre dirigir com e sem um reboque que possam afetar o risco de acidente.

Os requisitos para reboques nos veículos têm a finalidade de tornar a condução com reboque o mais segura possível e de preferência tão segura quanto conduzir sem ele.

Descrição da medida

As medidas relevantes para reduzir as taxas de acidentes e riscos de acidentes na condução com reboque incluem, entre outros:

- proibição de dirigir com reboque em toda a rede viária ou em parte dela;
- regulamentação dos tipos de reboque com uso autorizado;
- limite especial de velocidade para certas combinações de veículo e reboque;
- limite de peso total para reboque;
- melhores freios para reboque;
- melhores suspensão e amortecimento no reboque;
- melhores estabilidade, direção e controle do reboque.

Os requisitos técnicos devem ser adaptados para cada tipo de reboque. Os três tipos principais de reboques são:

- *Reboque*: o reboque traseiro é aquele com um ou mais eixos, concebido de tal modo que as forças verticais podem ser transmitidas para o engate do reboque no veículo trator.
- *Semirreboque*: para o semirreboque, as forças verticais não podem ser transmitidas por um engate no veículo trator. O semirreboque é constituído por dois ou mais eixos.

- *Semirreboque de carreta*: o semirreboque de carreta é um reboque com um ou mais eixos, que é construído de modo que uma porção significativa do peso do reboque é carregada por uma placa giratória instalada no cavalo mecânico.

Os reboques são o maior grupo e constituem 98% das unidades. No final de 2008, foram registrados cerca de 1 milhão de reboques em geral na Noruega (OFV, 2009). Destes, 88% têm uma massa permitida inferior a 3,5 toneladas; 97,9% são reboques, 0,9% são semirreboques e 1,1% são semirreboques de carreta.

Impacto sobre os acidentes

O impacto das medidas discutidas neste capítulo sobre os acidentes é, em sua maioria, desconhecido. Alguns fatores que afetam o nível de risco são conhecidos e serão discutidos.

Proibição da condução com reboque

A condução com reboque atrelado geralmente envolve aumentos na capacidade de carga. Se o uso do reboque fosse proibido, os reboques teriam de ser substituídos por veículos com capacidade de carga similar. Assim, uma eventual proibição da condução com reboque atrelado no mínimo levaria a um aumento do número total de veículos-km equivalente ao número de veículos-km rodados pelo reboque. Para que isso leve a menos acidentes, o aumento do risco durante a condução com reboque deveria ao menos compensar o aumento no número de veículos-km percorridos gerado por sua substituição.

Uma série de estudos compara o risco da condução com e sem reboque. Esta questão é tratada nas seguintes pesquisas:

Hutchinson e Seyre, 1977 (EUA);
 Gabestad, 1979 (Noruega);
 McGee, Abbott e Rosenbaum, 1982 (EUA);

Muskaug, 1984 (Países Nórdicos);
 Transportation Research Board, 1986 (EUA);
 Carsten, 1987 (EUA);
 Stein e Jones, 1988 (EUA);
 Jovanis, Chang e Zabaneh, 1989 (EUA);
 Hvoslef, 1990 (Noruega);
 Borger, 1991 (Noruega);
 Lyles, Campbell, Blower e Stamadiadis, 1991 (EUA);
 Mingo, Esterlitz e Mingo, 1991 (EUA);
 Blower, Campbell e Green, 1993 (EUA) e
 Sætermo, 1995 (Noruega).

Uma parte destas pesquisas se aplica à condução com dois reboques, ou seja, semirreboque de carreta com outro semirreboque atrás. Esta combinação de veículo não é permitida na Noruega. Pesquisas americanas sugerem que o semirreboque de carreta com reboque tem maior risco que o semirreboque de carreta sem outro reboque. Os estudos americanos mostram que o risco de dirigir um veículo leve com reboque é cerca de 2,4 vezes maior que sem reboque. Para os veículos pesados, o risco ao dirigir com um reboque aumenta em cerca de 30%. Ainda para os veículos pesados, uma proibição da condução com reboque dificilmente reduziria o número de acidentes, já que os reboques em média aumentam a capacidade do veículo em mais de 30%. Um exemplo numérico pode ilustrar isto (tabela 4.26.1).

Aqui, presume-se que um reboque aumenta a capacidade de carga em 50%. Se os reboques forem proibidos, deverão ser substituídos por veículos sem reboque, o que levará a um forte aumento do número de quilômetros rodados, o que, por sua vez, aumenta o número de acidentes.

Regulamentação dos tipos de reboque com uso autorizado: Com base nas pesquisas listadas acima, sugere-se que os rodotrens têm risco de acidente cerca de 25% menor que as carretas (-30%; -15%) na Noruega. Partindo-se do princípio de que um rodotrem poderia substituir uma carreta, isso implicaria em uma redução proporcional do número de acidentes devido à passagem de carreta para rodotrem. Nos demais estudos, não

TABELA 4.26.1: NÚMEROS ESTIMADOS DE QUILOMETROS RODADOS E ACIDENTES COM PROIBIÇÃO E PERMISSÃO DA CONDUÇÃO COM REBOQUE.

Reboque	Condução de reboque permitida			Condução de reboque proibida		
	Km percorridos	Toneladas-km	Acidentes	Km percorridos	Toneladas-km	Acidentes
Sem	100	100	100	250	250	250
Com	100	150	130	0	0	0
Total	200	250	230	250	250	250

há nenhum resultado que mostre claramente que alguns tipos de reboques sejam mais seguros que outros.

Limite de velocidade especial durante a condução com reboque: Em trechos com limite de velocidade especial acima de 80 km/h, os veículos com 3.500 kg ou mais e veículos com reboque não devem ultrapassar 80 km/h. Os veículos motorizados com reboque sem freios com uma massa total de 300 kg podem circular no máximo a 60 km/h, caso não haja nenhuma outra sinalização especificada (Grondahl Dreyer, 1995). Estas determinações foram introduzidas em 1980.

Não foi encontrada nenhuma outra pesquisa que mostrasse os impactos do limite de velocidade da condução com reboque no número de acidentes. Em um estudo americano (Garber e Gadiraju, 1992) sobre os efeitos de *manter* o limite de velocidade em 55 milhas por hora (88 km/h) para veículos pesados quando do aumento para 65 milhas por hora (105 km/h) para veículos leves, concluiu-se que este limite diferenciado de velocidade não melhorou a segurança. A uma mesma conclusão chegou um estudo sueco (Carlsson, Nilsson e Wretling, 1992) em que foram considerados os impactos do limite máximo de velocidade de 80 km/h para veículos pesados.

Um problema com limites de velocidade diferenciados é que maiores diferenças de velocidade entre os veículos levam a várias situações de aceleração e ultrapassagens. Isso contraria os ganhos de segurança que uma velocidade reduzida oferece isoladamente, de modo que o impacto geral sobre o número de acidentes é perto de zero.

Limite da massa total para reboques: Para os veículos tratores com permissão de até 3.500 kg, a massa permitida do reboque com freios não pode ser maior que a massa total da unidade tratora. A massa permitida do reboque não deve, sob nenhuma circunstância, exceder 3.500 kg. A massa permitida para reboques sem freios não pode ser superior à metade da massa do veículo trator e não deve ultrapassar 750 kg. (Forlaget Last e Buss A/S, 1995). Desconhece-se em que grau ocorre sobrecarga nos reboques de veículos de passeio. O aumento da massa do reboque significa, mantidas todas as outras condições, um prolongamento da distância de frenagem.

Melhores freios de reboque: Existem diferentes tipos de freios para reboques. Freios de inércia são dispositivos de freio para reboque com pastilhas em que o freio é ativado pelo impulso do próprio reboque contra o veículo trator. Um sistema de freios

completo consiste em pastilhas de freio em rodotrens em que todo o efeito de frenagem do rodotrem pode ser regulado pelo condutor com o mesmo movimento de controle (Forlaget Last e Buss A/S, 1995).

Durante a frenagem com freios de inércia, o peso do reboque é transferido para a bola de engate no veículo trator. Se a pressão na bola de engate (força exercida sobre a bola de engate) aumenta, diminui a pressão sobre o eixo do veículo. Isso pode levar a um travamento antecipado da roda dianteira do veículo durante a frenagem (Odsell, 1978). A transferência de peso pode ser reduzida por longas barras de alinhamento no reboque e um centro de gravidade o mais baixo possível no mesmo. A pressão sobre a bola de engate pode ser influenciada pela variação da pressão de ar nos pneus do reboque e a distribuição uniforme de sua carga. Para a maioria dos reboques, a pressão ótima sobre a bola de engate fica provavelmente por volta de 50 a 75 kg, considerando-se as características de condução e das funções do freio (Odsell, 1978).

Um estudo sueco sobre trailers de camping de menor uso mostrou que freios de inércia funcionam mal após apenas 1-2 anos (Odsell, 1978). Isso diz respeito principalmente ao mau ajuste e à má lubrificação dos freios e mecanismos de freio e à pressão excessiva sobre a bola de engate. Presumivelmente, o conhecimento do condutor quanto à má atuação da pressão da bola sobre as funções do freio também pode influenciar.

Nenhuma pesquisa a respeito dos padrões do freio de inércia foi realizada na Noruega, mas uma pesquisa norueguesa entre os proprietários de trailers de camping mostrou que estes veículos tinham uma idade média de 3,4 anos (Gabestad, 1979). Os veículos mais antigos foram conduzidos muito menos que os mais novos, mas não houve diferença no risco de acidente autorrelatado entre veículos novos e mais velhos. Com base nos resultados de Odsells sobre a capacidade reduzida dos freios, já com 1-2 anos poder-se-ia esperar que isso resultaria no aumento do risco de acidentes na condução de trailers de camping mais antigos, mas isso não foi comprovado. Por conseguinte, não se pode dizer com certeza qual o impacto sobre os acidentes que pode ser alcançado com a melhoria dos sistemas de freios.

Melhores suspensão e amortecimento no reboque: Os reboques que são projetados para velocidades acima de 40 km/h devem ter suspensão. Estes reboques também devem ter sistemas de amortecimento ade-

quados para amortecer os movimentos da suspensão quando sua massa total for acima de 500 kg, mas não superior a 2.000 kg. O requisito para a suspensão não se aplica quando o reboque é destinado ao transporte de mercadorias especiais, quando, então, é necessária uma preocupação extra com a estabilidade do reboque. Para estes reboques, deve haver uma marcação traseira indicando velocidade máxima de 30 km/h (Forlaget Last e Buss A/S, 1995).

Um estudo sueco utilizando modelos de simulação teve como objetivo avaliar quais seriam as características de suspensão e amortecimento desejáveis relacionadas à segurança viária do reboque de eixo único (Bunis, Mäkiahö e Odsell, 1978). Os resultados mostraram que a combinação suspensão/amortecimento determina a aderência do veículo à pista. As características da suspensão e do amortecimento de choques não podem ser determinadas separadamente. Uma suspensão suave aumenta a tração durante a condução sobre pisos irregulares, mas também pode fazer com que o reboque se incline nas curvas. Isso pode ser revertido com a montagem do estabilizador de tensão. Neste estudo sueco, os resultados dos modelos de cálculos foram comparados com os resultados de pesquisas de campo. Concluiu-se que o modelo era satisfatório para o estudo da condução real com reboque.

Melhor estabilidade do reboque: A estabilidade do veículo trator e do reboque pode aumentar mantendo-se o centro de gravidade do reboque o mais baixo possível em relação à superfície do pavimento. Uma distribuição uniforme da carga contribui para que o reboque não tombe/capote nem fique sobrecarregado nem atrás nem na frente e aumenta a controlabilidade e capacidade de frenagem.

Uma avaliação da estabilidade estática contra capotamento para reboques com comprimento de 18, 19 ou 22 metros com o auxílio de simulações concluiu que os fatores mais importantes para a estabilidade contra o capotamento são a altura do centro de gravidade, a largura, as molas da suspensão e a altura do centro de rolagem (Karlsen, 1991). O risco dinâmico de rolagem em manobras bruscas é mais afetado dependendo da rapidez das manobras da direção (ou seja, o quão rápido o condutor vira o volante) (Karlsen, 1991).

Impacto na mobilidade

Um veículo com reboque pode reduzir a mobilidade de outros veículos no trecho que percorre. Isso acontece especialmente em rotas com relativamente

muitos aclives. A mobilidade pode ser aumentada pela construção de uma faixa de ultrapassagem em trechos com rampas positivas íngremes e/ou longas, para que se aumentem as possibilidades de ultrapassagem. Até certo ponto, conduzir com reboque substitui o uso de vários veículos por um único, e isso ajuda a reduzir o número de veículos nas vias.

Impacto no meio ambiente

Um veículo com reboque tem um consumo de combustível mais elevado que um veículo sem reboque. A quantidade de gases de escape, por conseguinte, também aumenta. A condução com reboque constitui uma porcentagem tão pequena do número total de quilômetros rodados que deve ser considerada como uma questão de menor importância. Contudo, o número de veículos-km provavelmente aumentaria se os reboques fossem proibidos e tivessem de ser substituídos por vários veículos sem reboque.

Custos

Não há dados detalhados relativos aos custos que mostrem o acréscimo dos diferentes componentes de segurança dos reboques (freios, luzes, etc.) nos custos totais. Tampouco os custos de novas regras para o uso de reboques podem ser estimados com base nas informações presentes.

Avaliações de custo-benefício

As avaliações de custo-benefício de diferentes regulamentações sobre o uso e os requisitos dos reboques serão hipotéticas e muito incertas enquanto o conhecimento sobre os custos do impacto de diferentes medidas sobre os acidentes for tão precário quanto é hoje. A imposição de uma proibição da condução com reboques para caminhões aumentaria os custos de transporte da indústria, pois o custo por tonelada-km cai com o aumento das dimensões do veículo (Hagen, 1995). O custo de usar, por exemplo, dois caminhões, cada um com 8 toneladas de carga útil, é maior que o custo de um rodotrem com carga útil de 16 toneladas.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a regulamentação do uso e para novos requisitos referentes aos reboques pode ser

tomada, entre outros, pelo Ministério dos Transportes, pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, pela indústria automotiva, organizações empresariais e industriais, empresas de transportes e pela indústria do turismo.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos para reboques e dispositivos de reboque são encontrados na Regulamentação de Veículos. Não há requisitos especiais de manutenção. Em geral a manutenção está relacionada ao funcionamento dos freios, entre outros itens. As mudanças nos requisitos para reboques devem ser aprovadas pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, que é responsável pelo projeto de regulamentação dos veículos. Os regulamentos que regem o uso dos reboques na rede viária devem ser aprovados pelo Ministério dos Transportes.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pela implementação de requisitos de segurança para reboques pode ser atribuída à Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e aos fabricantes e vendedores de reboques. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e a polícia podem fiscalizar o cumprimento dos regulamentos aplicáveis. O proprietário é responsável por garantir que o veículo esteja em bom estado e é responsável pelos custos de aquisição do reboque.

4.27 MEDIDAS CONTRA INCÊNDIO VEICULAR

O capítulo foi parcialmente revisado em 2011 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

Em acidentes com fogo, o perigo de morte e ferimentos graves para os envolvidos é maior que em outros acidentes. Entre 2001 e 2009 houve na Noruega um total de 53 pessoas mortas ou feridas em incêndios veiculares. Destas, 26 morreram e 3 ficaram gravemente feridas. Os números incluem apenas pessoas mortas e feridas nos incêndios, não todas as pessoas envolvidas em acidentes com fogo. A tabela 4.27.1 mostra que o número de lesões decorrentes de incêndios a cada 10.000 feridos é muito maior (44 vezes maior) entre os mortos que entre os feridos leves. A maioria (81%) dos acidentes envolvendo feridos e mortos em incêndios veiculares ocorreu em veículos de passeio (contra 65% de todos os feridos e mortos).

As estatísticas do Diretório de Proteção Civil e Planejamento de Emergência (DSB) mostram que entre 2000 e 2009 o corpo de bombeiros atendeu entre 1.400 e 1.600 incêndios por ano. Ademais, o corpo de bombeiros esteve presente em 3.000 a 5.600 acidentes de trânsito (nem todos os chamados são relativos a incêndios).

As queimaduras frequentemente são fatais, ou então são muito difíceis de serem tratadas e podem levar a danos permanentes significativos. Por esta razão, é importante evitar este tipo de lesão. O objetivo das medidas contra incêndio veicular é reduzir o risco de fogo nos veículos e, assim, evitar queimaduras nos condutores, passageiros ou outras pessoas envolvidas nos acidentes.

Descrição da medida

Os requisitos para sistemas de combustível em veículos motorizados são fornecidos no capítulo 22 da Regulamentação de Veículos. Os requisitos incluem a fixação do sistema, a resistência contra vazamento, a escolha da resistência mecânica e dos materiais. O sistema de combustível deve ser, entre outros,

TABELA 4.27.1: QUEIMADURAS EM ACIDENTES COM VÍTIMAS REGISTRADOS JUNTO À POLÍCIA ENTRE 2001 E 2009 (MÉDIA POR ANO) FONTE: TØI.

Gravidade	Lesões em geral	Lesões em incêndios	Queimaduras por 10.000 feridos
Mortos	254	2,9	113,74
Severamente feridos	92	0,3	36,36
Gravemente feridos	861	0,3	3,87
Levemente feridos	9.102	2,3	2,56
Todos os feridos/mortos	10.309	5,9	5,71

“concebido, localizado, fixado e protegido para que não danifique as resistências mecânicas ou térmicas e que o risco de incêndio em caso de vazamento seja evitado tanto quanto possível”.

Neste capítulo discutem-se os impactos das seguintes medidas para reduzir o risco de incêndio veicular:

- requisitos de segurança para sistemas de combustível nos EUA (Federal Motor Vehicle Safety Standard 301);
- localização do tanque de combustível do veículo;
- configuração do duto de combustível e da tampa.

Além destes pontos, o extintor, no veículo ou em outros locais acessíveis, pode ajudar a reduzir a extensão de incêndios.

Impacto sobre os acidentes

Os requisitos de segurança para sistemas de combustíveis nos EUA incluem a fixação e a durabilidade do tanque de combustível contra tensões mecânicas (rachaduras, ferrugem, deformação em acidentes, etc.), materiais (materiais inflamáveis), isolamento contra sistemas de escape do veículo e configuração dos dutos e tampa. Uma pesquisa sobre o impacto destas medidas na frequência de incêndios em acidentes (incêndios por 1.000 acidentes; Parsons, 1995) mostrou que o número total de incêndios veiculares, em acidentes com veículos de passeio diminuiu 20% ($\pm 5\%$), enquanto o número de incêndios veiculares em acidentes com vítimas envolvendo veículos de passeio diminuiu 12% ($\pm 2\%$). Não houve alterações no número de incêndios em acidentes fatais com veículos de passeio, nem no número de incêndios em acidentes envolvendo caminhões ou ônibus escolares.

Um estudo dinamarquês (Fredriksen, 1971) mostrou a seguinte frequência de incêndios (incêndio por 1.000 veículos registrados) para automóveis com diferentes localizações do motor e do tanque de combustível:

- motor na frente e tanque de combustível atrás: 0,19;
- motor atrás e tanque de combustível na frente: 0,25;
- motor e tanque de combustível atrás: 0,70.

Estes números mostram incêndios por automóvel registrado e não incêndios por acidente em que os automóveis estariam envolvidos. As diferenças

entre as várias localizações de motor e do tanque de combustível podem ser devido ao fato de automóveis distintos terem diferentes riscos de envolvimento em acidentes. No entanto, parece haver uma tendência para acidentes quando o motor e o tanque de combustível estão localizados próximos um do outro. O número de automóveis com o tanque de combustível e o motor atrás se refere ao modelo NSU Prinz, que foi o único que apresentou esse design, e não é mais fabricado.

Uma pesquisa sueca equivalente (Rångtjell, 1973) com 79 incêndios causados por gasolina em acidentes de trânsito mostrou que 68% deles ocorreram em veículos com tanque de combustível atrás e 32%, em automóveis com o tanque na frente. As taxas de automóveis em relação à frota foram, respectivamente, 80% e 20%. Isso sugere que o risco de incêndio causado pela gasolina é cerca de 1,9 vez superior quando o tanque de combustível é localizado na frente do que quando é situado na parte de trás dos veículos.

A mesma pesquisa (Rångtjell, 1973) estudou alterações nos incêndios por gasolina com a marca Volkswagen depois que o modelo de 1968 teve um novo duto até o tanque de combustível e uma nova tampa de tanque. O número anual de incêndios por gasolina diminuiu de 17, em 1967, para entre 5 e 11, anualmente, de 1968 a 1971.

Impacto na mobilidade

Medidas contra incêndio veicular não têm nenhum impacto documentado na mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Medidas contra incêndio veicular não têm nenhum impacto documentado no meio ambiente.

Custos

Não há informações sobre quanto custam as medidas contra incêndio veicular na Noruega.

Avaliações de custo-benefício

O número anual de vítimas em incêndios veiculares na Noruega é muito pequeno e pode ter grandes va-

riações de um ano para outro. Enquanto os custos de medidas contra incêndio veicular forem desconhecidos, não serão feitas análises de custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para a medida pode ser tomada por autoridades viárias e outros órgãos competentes.

Requisitos e procedimentos formais

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega adota regulamentações veiculares e formula determinações sobre veículos em cooperação com a indústria automobilística e participando de cooperações técnicas internacionais de veículos. Novos requisitos técnicos de incêndio para materiais utilizados em ônibus foram aprovados – reg. 118 da ECE.

Veículos registrados para mais de 8 passageiros, ambulâncias e tratores devem ser equipados com extintores de incêndio. Outros requisitos para sistemas de combustível veicular aparecem no capítulo 22 da regulamentação veicular.

Responsabilidade pela execução da medida

A indústria automobilística é responsável pelo cumprimento dos requisitos veiculares pelos veículos novos, importados para a Noruega ou montados no país. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega testa amostras de veículos homologados para se certificar da obediência ao sistema de homologação.

4.28 SEGURANÇA DE PRODUTOS PERIGOSOS

O capítulo é de 1997 e foi parcialmente revisado em 2001 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Produtos perigosos é uma designação coletiva para substâncias que, devido às suas propriedades, representam um risco particular de danos à vida, à saúde, à propriedade e ao meio ambiente. Os pro-

duto perigosos são formalmente definidos como substâncias consideradas perigosas de acordo com a Convenção ADR ou que tenham propriedades e grau de perigo semelhantes. A ADR divide as substâncias e artigos perigosos em classes de risco com base em suas propriedades. As classes de perigo na ADR são as seguintes (Vegdirektoratet og Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern, 1994):

- Classe 1 Substâncias explosivas e objetos;
- Classe 2 Gases comprimidos, liquefeitos ou dissolvidos sob pressão;
- Classe 3 Líquidos inflamáveis;
- Classe 4.1 Sólidos inflamáveis;
- Classe 4.2 Substâncias sujeitas à combustão espontânea;
- Classe 4.3 Substâncias que libertam gases inflamáveis em contato com a água;
- Classe 5.1 Substâncias oxidantes;
- Classe 5.2 Peróxidos orgânicos;
- Classe 6.1 Substâncias tóxicas;
- Classe 6.2 Substâncias infecciosas;
- Classe 7 Material radioativo;
- Classe 8 Substâncias corrosivas;
- Classe 9 Substâncias e objetos perigosos diversos.

As informações sobre o grau de periculosidade dos produtos nas classes individuais de risco que são transportados em vias públicas na Noruega estão nos periódicos de pesquisa sobre caminhões das Estatísticas da Noruega (Statistisk Sentralbyrå). As informações sobre produtos ADR vieram pela primeira vez nas pesquisas de 2003. Antes desse período, havia informações a respeito de produtos petrolíferos refinados, como os listados a seguir, em 10 Substâncias e produtos explosivos e 30 Líquidos inflamáveis. O resumo da tabela 4.28.1 mostra o desenvolvimento de 1993 a 2006 no âmbito do transporte de produtos perigosos nas vias da Noruega, de acordo com as pesquisas sobre caminhões das Estatísticas da Noruega.

O Diretório de Proteção Civil e Planejamento de Emergências (DSB, Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap) registrou acidentes durante o transporte de produtos perigosos nas vias da Noruega. No período de 2000 a 2009, a cada ano foram relatados entre 52 e 98 (média de 65) acidentes durante o transporte de produtos perigosos. Cerca da metade (51%) dos acidentes envolveram derramamentos ou vazamentos; 23% dos acidentes foram saídas de pista; 10%, colisões. A cada ano em média 1,18 pessoa foi morta em acidentes durante o transporte de produto perigoso (todos em acidentes

TABELA 4.28.1: TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS.

	Milhão de toneladas				Milhão de toneladas-km			
	1993 -1997	1998 -2002	2003 -2007	2008 -2009	1993 -1997	1998 -2002	2003 -2007	2008 -2009
Outros bens	194,0	214,3	233,6	258,5	7429,6	11012,5	13863,7	15050,0
10 Substâncias e objetos explosivos	0,1	0,1	0,1	0,1	18,6	14,3	16,8	24,6
20 Gases			1,0	1,0			197,9	189,0
30 Líquidos inflamáveis	6,6	8,8	6,9	6,9	494,0	735,6	603,3	571,5
41 Sólidos inflamáveis, substâncias autorreativas e sólidas			0,2	0,1			9,3	6,6
42 Substâncias sujeitas à combustão espontânea			0,0	0,0			4,2	-
43 Substâncias inflamáveis ao contato com a água			0,1	0,0			25,4	8,8
51 Substâncias oxidantes			0,1	0,2			8,2	24,1
52 Peróxidos orgânicos			0,0	0,0			2,0	-
61 Substâncias tóxicas			0,0	0,0			3,3	7,8
62 Substâncias infecciosas			0,0	0,0			0,3	0,3
70 Materiais radioativos			0,0	0,0			5,8	0,1
80 Substâncias corrosivas			0,6	0,6			70,1	96,6
90 Substâncias e objetos perigosos diversos			0,2	0,1			35,2	18,5
TOTAL	200,7	223,1	238,3	267,4	7942,1	11762,5	14685,2	15997,7
TOTAL de mercadorias ADR	6,8	8,8	9,3	8,9	512,6	750,0	980,6	947,7
ADR em % de todas as mercadorias	3,4%	4,0%	3,9%	3,3%	6,5%	6,4%	6,7%	5,9%

em transporte terrestre) e 8,45 pessoas ficaram feridas (das quais 8,09 em acidentes de viação e 0,36 em acidentes de trem).

Segundo Rødseth et al. (2008), entre 1995 e 2005 cerca de 90% dos acidentes ocorreram em vias terrestres e 7% em vias férreas. Dos acidentes, 67% estão relacionados com o transporte e 33% estão relacionados com o manuseio de produtos perigosos. A maioria (71%) dos acidentes acontece com carga em tanques; 29%, com carga geral. Entre os 65 acidentes com vítimas que ocorreram entre 1995 e 2005, a relação com transporte de produto perigoso tem sido de grande importância para a causa do acidente em 23% dos casos (Rødseth et al., 2008).

As consequências dos acidentes durante o transporte de produtos inflamáveis em vias da Noruega são geralmente bem pequenas. A figura 4.28.1 mostra as possibilidades das diferentes consequências dos acidentes durante a condução, calculados com base em todos os acidentes registrados no período de 1990 a 1995.

A possibilidade de que apenas ocorram danos materiais em um acidente durante o transporte de produtos perigosos é de cerca de 85%. Em cerca de dois a cada três acidentes com danos materiais ocorre vazamento de produtos inflamáveis, enquan-

to para acidentes com vítimas isso somente ocorre em cerca de um de cada três. A explicação para estas diferenças é provavelmente de que há uma distribuição desigual entre os tipos de acidentes. A maioria dos acidentes com danos materiais são saídas de pista com capotamento. A maioria dos acidentes com vítimas são colisões. Fogo ocorre muito raramente, para um total de pouco menos que 3% dos acidentes. As consequências potenciais dos acidentes durante o transporte de produtos perigosos ainda é muito grande.

Dados dos EUA mostram que 99% das mortes e ferimentos, ocorridos em acidentes envolvendo veículos que transportam produtos perigosos ocorreram devido à própria colisão, e não ao produto perigoso que transportavam. Apenas 13-15% de todos os acidentes envolvendo produtos perigosos levam a vazamentos (Harwood, Russell e Viner, 1989).

O risco de acidentes com vítima durante a condução de caminhão-tanque com produtos inflamáveis para o período 1990-1994 foi estimado em 0,12 acidente com vítima por milhão de veículo-km (Borger, 1996). Este risco é consideravelmente menor que o risco de acidentes para os veículos pesados em geral (Sætermo, 1995). A diferença no risco de acidente é comentada em detalhes no item Impacto sobre os acidentes.

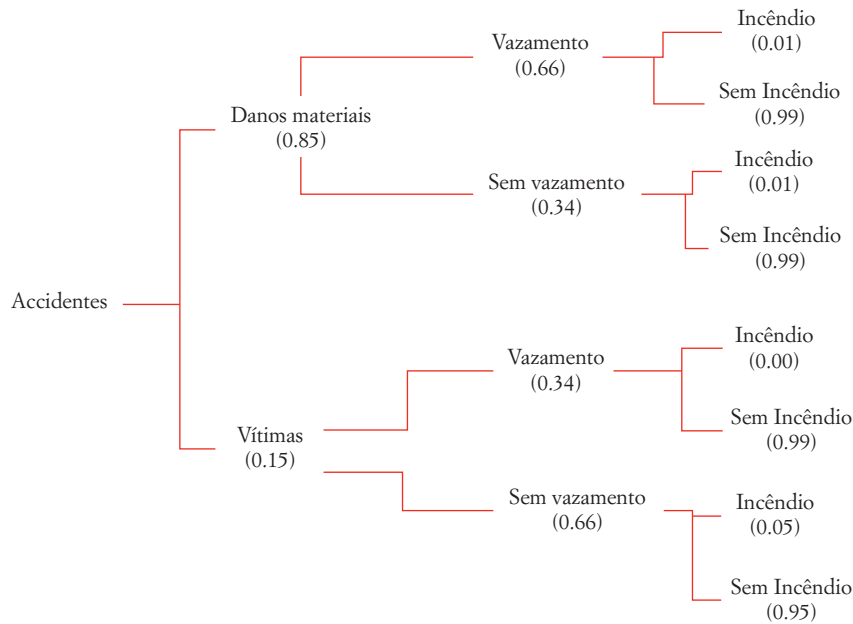


Figura 4.28.1: A árvore de possibilidades para as consequências dos acidentes durante o transporte de produtos inflamáveis nas vias da Noruega entre 1990 e 1995.

As metas das medidas de segurança para produtos perigosos a que este capítulo se refere são:

- levar os transportadores a utilizarem meios de transporte e rotas em que o risco de acidente e os danos esperados em um acidente sejam os menores possível;
- garantir que os produtos sejam devidamente carregados, embalados e rotulados;
- garantir que os produtos sejam manuseados de tal forma que o risco adicional por serem perigosos torne-se o menor possível;
- capacitar aqueles que transportam produtos perigosos para que limitem as extensões dos danos em caso de acidente, dando-lhes conhecimento sobre as características dos produtos e sobre as medidas que reduzem os danos causados por eles;
- organizar esforços ágeis de resgate e socorro para acidentes.

Descrição da medida

O transporte viário de produtos perigosos na Noruega é regulado pela Regulamentação de Transporte Nacional de Mercadorias Perigosas. A regra fundamental da regulamentação é que o transporte de produtos perigosos deve estar em conformidade com o Acordo ADR. O acordo ADR é um acordo internacional sobre o transporte viário de produtos perigosos (ver abaixo, em Requisitos e procedimen-

tos formais). A formação em transporte de produtos perigosos é descrita no capítulo 6.7.

Impacto sobre os acidentes

Existem poucos estudos que trazem informações sobre os efeitos das medidas de segurança do transporte de produtos perigosos. Os seguintes tipos de documentos são mencionados aqui:

- Comparações de acidentes durante o transporte de produtos perigosos com acidentes durante o transporte de outras mercadorias para um determinado modo de transporte;
- Comparações do número esperado de acidentes no transporte de determinados tipos de produtos perigosos para diferentes modos de transporte (por exemplo, viários *vs* ferroviários);
- Experiências com a proibição de transporte em determinadas vias e rotas de transporte recomendadas;
- Estimativas do impacto potencial das diferentes medidas contra tipos concebíveis de acidentes durante o transporte de produtos perigosos.

Deve-se distinguir entre acidentes rodoviários normais e eventos catastróficos, com grande extensão de danos, para se descrever como as medidas acima mencionadas atuam nos acidentes. A experiência com medidas para reduzir a probabilidade de catás-

trofes e suas consequências é pouca, porque esses eventos são raros.

O risco de acidente durante o transporte de produtos perigosos em comparação com outros produtos: Há um cálculo do risco de acidentes com vítimas durante o transporte de produtos inflamáveis em comparação com o transporte de outros produtos na Noruega para o período de 1980 a 1985 (Elvik, 1988) e de 1990 a 1994 (Borger, 1996) e na Suécia para o período de 1988 a 1990 (Nilsson, 1994). Os resultados dos cálculos são mostrados na tabela 4.28.2.

TABELA 4.28.2: OS RISCOS DURANTE O TRANSPORTE VIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS EM COMPARAÇÃO COM O TRANSPORTE DE OUTROS PRODUTOS.

País	Período	Acidentes com vítimas por milhão de veículo-km	
		Perigo de incêndio	Outros produtos
Noruega	1980-85	0,15	0,59
Noruega	1990-94	0,12	0,48
Suécia	1988-90	0,49	0,46

O risco de acidentes com vítimas durante o transporte de produtos inflamáveis nas rodovias da Noruega foi, tanto para o período de 1980 a 1985 quanto de 1990 a 1994, aproximadamente 75% menor que o risco de vítimas durante o transporte de outros produtos. Uma diferença semelhante foi encontrada na Suécia.

Os requisitos de segurança são mais rigorosos para o transporte de produtos inflamáveis que para o de outras mercadorias. Na medida em que estes requisitos são cumpridos, é natural supor que esta diferença de risco entre produtos inflamáveis e outros produtos no mínimo se deva aos requisitos de segurança. No entanto, não é possível dizer mais concretamente quais dos requisitos de segurança explicam a diferença de risco. A explicação para o elevado nível de risco de caminhões-tanque com

produtos inflamáveis na Suécia não é de forma alguma conhecida.

Escolha do modo de transporte para o transporte de produtos perigosos: Há alguns estudos em que foram comparados diferentes meios de transporte com o número de acidentes esperados durante o transporte de um determinado tipo de produto perigoso em uma determinado trecho (Jenssen, 1977, Elvik, 1985, Purdy, 1993, Freden, 1994). A tabela 4.28.3 resume os resultados destes estudos.

As várias análises não mostram resultados conclusivos, e é difícil generalizar. Parece claro que possa haver grandes diferenças de risco entre as diferentes soluções de transporte de produtos perigosos. Se um determinado tipo de produto perigoso transportado regularmente em grandes quantidades em uma região específica em que é possível escolher entre soluções de transporte diferentes, deve-se considerar, portanto, o risco que cada modo de transporte pode acarretar. Nem sempre é possível escolher a solução que ofereça o menor risco, caso isso possa ter outras desvantagens que se queiram evitar. Ainda assim, o conhecimento sobre os níveis de risco em diferentes modos de transporte é relevante na avaliação de alternativas.

Experiências com proibições de transporte e recomendação de transporte em determinadas vias:

Pode ser obrigatória a utilização de determinadas vias para o transporte de produtos perigosos. Em um experimento em Windsor, na Inglaterra, não se conseguiu demonstrar qualquer impacto sobre os acidentes com a proibição de veículos pesados em determinadas vias (Barton, 1980). O número de acidentes com vítimas com veículos pesados aumentou de 24 para 26. Outros acidentes com vítimas diminuíram de 244 para 240. Não foram dadas informações a respeito da proibição.

Uma proibição de transporte de carga semelhante em Lymm (Christie e Prudhoe, 1980) levou a uma diminuição de 65% no tráfego pesado pela cidade.

TABELA 4.28.3: RESULTADOS DA ANÁLISE DO RISCO DO TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS.

Trecho	Tipos de mercadorias perigosas	Número relativo de acidentes esperados Mais perigoso = 1,00				
		Navio	Carro	Trem	Carro+Trem	Navio+Trem
Herøya-Hurum	Cloro	0,37	1,00		0,64	
Rjukan-Herøya	Amoníaco		0,92		1,00	0,42
Não especificado	Cloro		0,18	1,00		
Via com 15 km	Gasolina		1,00	0,23		
Via com 15 km	Amoníaco		1,00	0,01		

O número de acidentes envolvendo veículos pesados caiu de 3, no período de quatro anos antes da proibição, para 0, nos primeiros dez meses após a proibição. Estes números são muito pequenos para se tirarem conclusões estatisticamente confiáveis a respeito da mudança no número de acidentes.

Avaliação de possíveis medidas contra acidentes durante o transporte de produtos perigosos: Russell (1993) descreveu 11 tipos de acidentes concebíveis durante o transporte de produtos perigosos para uma seleção de especialistas e pediu-lhes que avaliassem os efeitos das diferentes medidas possíveis para reduzir a probabilidade e as consequências dos diferentes acidentes possíveis. As pesquisas foram feitas pelo chamado método Delphi, em que a meta principal era chegar a um consenso entre os especialistas sobre os impactos das diferentes medidas.

Um dos tipos de acidente foi o de saída de pista com vazamento de carga perigosa perto de uma área densamente povoada. Saída de pista com subsequente vazamento, de acordo com estatísticas norueguesas, é um tipo comum de acidente durante o transporte de produtos perigosos nas rodovias. Para evitar este tipo de acidente, uma rampa de escape para saídas de pista para veículos pesados foi considerada uma medida potencialmente mais eficaz, com um impacto estimado em 70% de redução de acidentes. Uma barreira de contenção reforçada foi considerada capaz de reduzir estes acidentes em 30% (Russell, 1993).

Impacto na mobilidade

A segurança de produtos perigosos não tem nenhum impacto na mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Pode-se pensar que medidas destinadas à proteção no transporte de produtos perigosos reduzam a extensão dos vazamentos de substâncias perigosas por acidentes. Isso pode limitar o dano ao meio ambiente. Impactos quantificados não estão disponíveis.

Custos

Em 1991, o custo do treinamento de instrutores e motoristas para o certificado ADK foi de cerca de 3,2 milhões (Hagen, 1993). Outros números diretos de custo das medidas para proteger o transporte de

produtos perigosos não estão disponíveis. As estatísticas oficiais da receita do frete por toneladas-km não sugerem que estes difiram significativamente entre produtos perigosos e outras mercadorias.

Avaliações de custo-benefício

Não existem estudos sobre o valor do custo-benefício das medidas atuais de segurança dos produtos perigosos. O risco de acidentes com vítimas no transporte de mercadorias que não são classificadas como perigosas é cerca de 4 vezes maior do que o transporte de produtos perigosos. Se o transporte de produtos perigosos tivesse o mesmo risco que outros transportes viários de mercadorias em 1997, foi estimado que o número anual de acidentes com vítimas aumentaria em cerca de 18 por ano. O custo de 18 acidentes com feridos em 2011 seria de aproximadamente NOK 88,7 milhões. Se o custo anual da segurança de produtos perigosos for menor que isso, as medidas seriam socioeconomicamente rentáveis.

Uma análise socioeconômica de melhores conexões viárias entre a refinaria Esso, em Slagentangen, e a E18 mostrou que os ganhos da sociedade podem justificar investimentos na ordem de NOK 80-110 milhões (Nicolaysen, 1995). Os possíveis efeitos dos investimentos nos acidentes e no meio ambiente não foram incluídos nesta avaliação. Só foram consideradas as economias diretas nos custos de transporte.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os regulamentos relacionados a produtos perigosos são estabelecidos pelo Diretório de Proteção Civil e Planejamento de Emergências (DSB, Direktorat for samfunnsikkerhet og beredskap), incluindo a regulamentação sobre o transporte internacional de produtos perigosos. O Diretório toma a iniciativa de fazer quaisquer alterações nas determinações.

Requisitos e procedimentos formais

O Acordo Intergovernamental ADR fornece regras e descreve como o transporte de produtos perigosos deve ser realizado para os países que assinaram o acordo. O ADR é baseado nas recomendações da ONU para o transporte de produtos perigosos no que diz respeito à aplicação das classes de perigo e

classificação, rotulagem dos produtos e normas de embalagem. As determinações ADR são parte integrante da regulamentação do transporte internacional de produtos perigosos. O ADR é atualizado a cada dois anos. De acordo com o órgão em questão, é permitido entrar em acordos multilaterais sobre o transporte de produtos perigosos que difiram das disposições do ADR.

Os motoristas que transportam produtos perigosos devem passar por um curso de formação especial em organizações credenciadas. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável por aprovar e controlar os veículos de transporte de produtos perigosos e emitir o certificado de aprovação ADR, de acordo com as disposições do ADR, Parte 9.

Responsabilidade pela execução da medida

É o DSB que supervisiona se as determinações das regulamentações de transporte terrestre estão sendo obedecidas. O DSB, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, a polícia e a alfândega têm autoridade de supervisão e controle do transporte viário de produtos perigosos.

4.29 ESC (Controle Eletrônico de Estabilidade)

O capítulo foi revisado por Alena Høye (TØI) em 2014

O Controle Eletrônico de Estabilidade (ESC) reduz o risco de o condutor perder o controle do veículo, freando ou ajustando a tração individualmente nas rodas em veículos leves. O número total de acidentes envolvendo veículos leves em que o condutor perdeu o controle teve uma redução média de 23% e 58%, quando se consideram apenas os acidentes fatais em que o condutor perdeu o controle. Impactos de mesma magnitude foram encontrados em acidentes individuais, capotamentos e colisões laterais com objetos fixos. O número de acidentes com uma segunda parte envolvida diminuiu em 8%. O impacto foi maior para SUVs e vans do que para veículos de passeio, e foi maior em pista molhada que em pista seca.

Problema e finalidades

Muitos dos acidentes graves acontecem quando o condutor perde o controle do veículo, quando ocor-

re a derrapagem do veículo. Os motivos podem ser alta velocidade em curva horizontal, tentativa de evitar o choque com um obstáculo, pista molhada ou mesmo a combinação de todos esses fatores. Na combinação desfavorável de velocidade, direção do veículo e atrito, o automóvel pode ter um comportamento sobresterçante ou subesterçante. O sobresterçamento pode fazer com que o veículo sofra uma rotação para o mesmo lado (para a esquerda em curvas à esquerda, por exemplo); o subesterçamento, que leva à perda de controle, pode fazer com que o veículo vire em menor grau do que deveria e vá mais em linha reta que em linha curva. Os acidentes em que o condutor perde o controle do veículo podem levar à saída de pista, capotamento ou colisão lateral e são com frequência mais graves que outros acidentes.

Para a maioria dos condutores é difícil reagir apropriadamente quando o veículo começa a derrapar. Uma reação apropriada, no geral, é tirar o pé do acelerador e dirigir com menor movimentação de volante, para que as rodas mantenham-se o mais paralelas possível à direção desejada. Uma grande movimentação do volante ou dos freios pode agravar a situação. O condutor não tem, como em um sistema antiderrapagem, a possibilidade de retificar uma derrapagem somente com os freios das rodas.

Os sistemas antiderrapagem ou Controle Eletrônico de Estabilidade (*Electronic Stability Control*, ESC) são sistemas de segurança ativos, que atuam nos freios e no motor dos veículos. A finalidade do ESC é reduzir a possibilidade de perda de controle do veículo.

Descrição da medida

O ESC pode melhorar a estabilidade do veículo, atuando nos freios e no motor. O efeito depende das características do condutor e do veículo, das características da via e da reação do condutor em relação aos movimentos de volante, frenagem e aceleração. Os sistemas de diferentes fabricantes equivalentes ao ESC podem se chamar, entre outros, ESP (*Electronic Stability Program*), DSC (*Dynamic Stability Control*) e VSC (*Vehicle Stability Control*). Mesmo que estes sistemas possam ser diferentes entre si em relação ao sensor de informações, valores limítrofes e oportunidades de intervenção, geralmente suas funções são comparáveis. O ESC é ativado quando o sensor de informações sugere que o veículo começou a derrapar. As seguintes informações determinam a ocorrência ou não de derrapagem:

- velocidade angular (rotação horizontal do veículo em torno de seu próprio eixo), velocidade e aceleração lateral;
- atividades do condutor (movimentos de volante, pisada no acelerador/freio);
- tração, câmbio e RPM;
- velocidade da rotação das rodas.

Para reduzir a derrapagem, o ESC pode frear uma única roda e regular a força da tração individualmente entre as rodas. No sobresterçamento, a força de frenagem é particularmente reforçada externamente nas rodas dianteiras, que são freadas de forma mais potente por um breve momento. No subesterçamento, a força de frenagem é particularmente reforçada de forma interna nas rodas traseiras. O torque do motor pode ser reduzido para aumentar o atrito e desacelerar. Normalmente o ESC não atua contra as ações do condutor (frenagem, aceleração, etc.), exceto em algumas situações.

Para obter um melhor efeito, o ESC pode ser conectado a outros sistemas de direção veículo, tais como:

- sistema de freios antitravamento (*Antilock Brake System*, ABS; veja o capítulo 4.3) O ABS impede o travamento das rodas durante a frenagem para que não se perca o controle do veículo;
- distribuição eletrônica da força de frenagem/bloqueio do diferencial (*Electronic Brake power Distribution*, EBD): O EBD distribui a força de frenagem entre os eixos dianteiro e traseiro para melhor performance durante uma frenagem mais forte. O aumento da força de travamento sobre as rodas traseiras proporciona uma distância de frenagem mais curta; no entanto, o travamento das rodas traseiras pode fazer com que o condutor perca o controle do veículo. Com o EBD, uma parte maior da força de frenagem é destinada às rodas traseiras; se estas começam a ser bloqueadas, a força de frenagem é retirada das rodas traseiras e passa para as dianteiras;
- sistema de controle de tração (*Traction Control System*, TCS): O TCS impede a rotação das rodas e, portanto, pode evitar derrapagens quando se acelera. O TCS usa o EBD para regular o giro das rodas. O controle do motor também reduz suas rotações por minuto, de modo que a aderência das rodas à superfície do pavimento é recuperada. O TCS pode, em certa medida, evitar o subesterçamento em veículos de tração dianteira e o sobresterçamento em veículos de tração traseira;

- controle de torque (*Engine Drag torque Control*, EDC): O EDC aumenta a estabilidade lateral das rodas traseiras, aumentando a velocidade das RPM do motor, de acordo com a frenagem com ABS. Assim, evita-se a redução da controlabilidade dos veículos de tração dianteira e da estabilidade em veículos de tração traseira, decorrente do efeito da frenagem do motor e da inércia das rodas após a frenagem.

O ESC pode, em muitos casos, impedir a derrapagem e o capotamento do veículo, mas nem sempre pode compensar o baixo atrito ou os erros, tais como em curvas em alta velocidade.

O ESC tem sido vendido como equipamento especial para automóveis de luxo desde 1995 e, a partir de 1997, foi introduzido como equipamento de série em vários veículos. Em 2009, cerca de 93% de todos os automóveis novos vendidos na Noruega eram equipados com o ESC como item de série; em 2011, eram 99%. Alguns caminhões têm um controle análogo ao ESC, que tem como principal finalidade evitar que o rodotrem ou o semirreboque capotem.

Impacto sobre os acidentes

O ESC pode atuar sobre acidentes em que o veículo perde a tração total ou parcialmente e derrapa ou capota. As causas destes acidentes podem ser a velocidade muito elevada durante uma curva ou em manobras evasivas e reações bruscas do condutor (como, por exemplo, virar a direção no sentido oposto). O impedimento de um acidente depende de fatores como condições de condução, velocidade e objetos de colisão (como outros veículos, árvores e postes). Os acidentes que não são evitados com o ESC ainda podem ter suas consequências minimizadas se o veículo não chegar a capotar ou colidir lateralmente com um objeto fixo ou outro veículo, por exemplo (Newgard et al., 2005).

Os impactos do ESC sobre o número de acidentes foram pesquisados nos seguintes estudos:

- Aga & Okada, 2003 (Japão);
- Bahouth, 2005 (EUA);
- Farmer, 2006 (EUA);
- Green & Woodroffe, 2006 (EUA);
- Kreiss et al., 2006 (Alemanha);
- Lie et al., 2006 (Suécia);
- Page & Cuny, 2006 (França);

Dang, 2007 (EUA);
 Frampton & Thomas, 2007 (Grã-Bretanha);
 Padmanaban et al., 2007 (EUA);
 MacLennan et al., 2008 (EUA);
 Page et al., 2009 (França);
 Farmer, 2010 (EUA);
 Scully & Newstead, 2010 (Austrália e Nova Zelândia);
 Chouinard & Lecuver, 2011 (Canadá);
 Liu et al., 2011 (EUA);
 Sivinski, 2011 (EUA);
 Lie, 2012 (Suécia);
 Strandroth et al., 2012 (Suécia) e
 Fildes et al., 2013 (Austrália).

A tabela 4.29.1 mostra o resumo dos impactos do ESC em diferentes tipos de acidentes. Os resultados não parecem ser afetados por viés de publicação ou pelos aspectos metodológicos dos estudos.

Tipos de acidente. Os maiores impactos do ESC foram encontrados em acidentes individuais com capotamento, colisões laterais com objetos fixos e nos chamados acidentes ESC. Alguns estudos resumiram vários tipos de acidente considerados os mais

afetados pelo ESC. Os tipos de acidente variam entre os estudos, mas geralmente estão incluídos neste grupo os acidentes em que o condutor perde o controle do veículo. Além disso, para acidentes individuais e colisões (acidentes fatais), foram encontrados efeitos consideráveis. As colisões laterais com objeto fixo, capotamentos e saídas de pista frequentemente acontecem quando o condutor perde o controle do veículo. As reduções estão em torno de 40%. Todos os impactos são estatisticamente significativos. Os acidentes em que o condutor perde o controle sobre o acidente constituem:

- 39% de todos os acidentes individuais e 12% de todas as colisões entre dois automóveis na Alemanha (Langwieder et al., 2003);
- 50% de todos os acidentes com saída de pista que são acidentes com um único veículo (Campbell et al., 2003);
- 44% de todos os acidentes com lesões muito graves (MAIS 5+; Zobel et al., 2000).

Para o número de acidentes com um segundo veículo envolvido (com contraparte) ou acidentes em que mais de um veículo é envolvido foram encontrados

TABELA 4.29.1: IMPACTOS DO ESC NO NÚMERO DE ACIDENTES (COM BASE EM ESTUDOS COM CONTROLE DAS CARACTERÍSTICAS DOS CONDUTORES). PORCENTUAL DE ALTERAÇÃO NO NÚMERO DE ACIDENTES; AV: ACIDENTES COM VÍTIMAS, AF: ACIDENTES FATAIS.

Gravidade	Tipos de acidentes afetados	Porcentual de alteração no número de acidentes					
		Todos os veículos leves		Veículos de passeio		SUV, vans	
		Melhor estimativa	Intervalo de confiança	Melhor estimativa	Intervalo de confiança	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
AV	Todos acidentes	-3	(-5; 0)	-2	(-5; +2)	-5	(-8; -1)
AF	Todos acidentes	-26	(-39; -10)	-26	(-33; -19)	-27	(-33; -11)
AV	Todos acidentes (exceto colisão traseira)	-17	(-30; -2)	-6	(-25; +18)	-12	(-18; -6)
AV	Acidentes- ESC	-23	(-29; -16)	-20	(-26; -12)	-31	(-43; -16)
AF	Acidentes- ESC	-58	(-75; -28)	-41	(-71; +22)	-70	(-86; -35)
AV	Saída de pista	-47	(-48; -46)				
AV	Acidentes individuais	-36	(-51; -16)	-30	(-51; +1)	-33	(-70; +54)
AF	Acidentes individuais	-43	(-52; -33)	-43	(-52; -32)	-46	(-57; -32)
AV	Acidentes individuais em pista seca	-26	(-41; -7)				
AV	Acidentes individuais em pista molhada	-40	(-53; -24)				
AV	Acidentes individuais com capotamento	-39	(-54; -19)	-56	(-71; -33)	-75	(-89; -46)
AF	Acidentes individuais com capotamento	-59	(-73; -39)	-62	(-72; -50)	-71	(-78; -63)
AV	Colisões laterais com objetos fixos	-36	(-59; -1)	-26	(-50; +9)	-54	(-77; -11)
AF	Colisões laterais com objetos fixos	-61	(-71; -48)	-64	(-77; -41)	-64	(-78; -40)
AV	Colisões com pedestres, ciclistas ou animais	-14	(-28; +3)	-27	(-42; -8)	+8	(-11; +31)
AF	Colisões com pedestres, ciclistas ou animais	+9	(-7; +28)	+4	(-26; +46)	+12	(-7; +35)
AV	Acidentes com outros veículos envolvidos	-8	(-12; -4)	-7	(-11; -2)	-6	(-11; 0)
AF	Acidentes com outros veículos envolvidos	-9	(-20; +2)	-9	(-18; +1)	-12	(-23; +0)
AV	Colisões	-16	(-30; 0)				
AF	Colisões	-79	(-97; +61)				

efeitos pequenos. Não foi encontrada nenhuma alteração significativa sobre os acidentes que envolvem pedestres, ciclistas ou animais.

Gravidade dos acidentes. Os resultados para vários tipos de acidentes sugerem que o ESC tem maiores impactos nos acidentes fatais que nos acidentes de menor gravidade. Os resultados para acidentes com feridos e acidentes com gravidade não especificada estão misturados na tabela 4.29.1, pois não há diferenças sistemáticas ou significativas entre os efeitos sobre acidentes com lesões e acidentes com gravidade não especificada.

SUVs/vans vs veículos de passeio. O ESC apresenta maior efeito em SUVs/vans que em veículos de passeio para a maioria dos tipos de acidentes, o que é explicado pela maior chance de capotamento das SUVs/vans em comparação aos veículos de passeio, em razão do seu centro de gravidade mais alto.

Pista molhada vs pista seca. Foi demonstrado que o ESC tem um impacto maior em pista molhada que em pista seca. A explicação é que a maioria dos condutores não adapta a velocidade de condução ao estado do pavimento, ou seja, o comportamento em pista molhada que proporciona menor atrito não necessariamente é compensado por um modo mais prudente de conduzir (Vaa et al., 2002). Portanto, provavelmente há mais acidentes que envolvem derrapagens em pista molhada que em pista seca.

Condutores (jovens) inexperientes. São sobre representados nos acidentes individuais em que o condutor perde o controle do veículo, de modo que o ESC pode, por este motivo, ser considerado como tendo maior efeito entre os jovens do que entre os condutores mais experientes. Em 20% de todos os acidentes que envolvem condutores jovens, a derrapagem é fator determinante, enquanto que na faixa etária entre 56-65 este é o caso em apenas 5% dos acidentes (Zobel et al., 2000). Uma possível explicação é que os condutores experientes têm melhor controle sobre o veículo em situações críticas (Breuer, 1998).

Adaptações comportamentais. Ainda não se investigou se o ESC leva a mudanças comportamentais dos condutores, mas estudos antigos mostraram que a maioria não sabia o que é ESC ou se seu carro tinha ESC ou não. No entanto, isso pode ter sido alterado pelo fato de o ESC ter se tornado mais comum. Pode-se imaginar que alguns condutores

com ESC dirigem mais rápido do que deveriam em relação às características da via ou às condições de condução, ou que alguns condutores dirigem sob condições mais difíceis do que fariam sem o ESC. Por outro lado, pode-se supor que os condutores em veículos com ESC estavam “mais seguros” que os outros (Høye, 2010), enquanto o ESC era opcional em alguns modelos de veículos. Esta mesma tendência foi observada para o sistema ABS e para airbags (Winston et al., 2006).

Impacto na mobilidade

O ESC não tem nenhum impacto documentado em relação à mobilidade. É possível que alguns conduzam mais rápido ou em condições mais adversas (neve, gelo) com um veículo equipado com ESC do que fariam sem o ESC.

Impacto no meio ambiente

O ESC não tem nenhum impacto documentado sobre o meio ambiente. Em combinação com pneus de inverno adequados, o ESC melhora a dirigibilidade na neve ou no gelo, o que pode reduzir a necessidade de pneus com pregos. O peso e a energia para o sistema ESC implicarão apenas um aumento mínimo no consumo de combustível.

Custos

Em 2005 o custo médio adicional para um veículo de passeio novo com ESC foi estimado em aproximadamente € 250 (European Commission, 2005). Em 2010, o ESC custava, como item opcional, entre NOK 4.000 e 5.000. Hoje em dia quase todos os automóveis novos têm ESC como item de série.

Avaliações de custo-benefício

Elaborou-se um cálculo para estimar os custos dos danos que o ESC pode impedir quando instalado em um veículo novo comprado em 2011. Os custos totais esperados das lesões para condutores e passageiros neste veículo é de cerca de NOK 45.400 (valor presente). Caso assumamos que o ESC reduz os custos das lesões em 10% e se seu custo adicional não for mais que NOK 4.540, comprar um automóvel com ESC será socioeconomicamente rentável.

Os custos dos danos esperados são calculados de acordo com as seguintes premissas: o automóvel roda por 18 anos e roda mais quando mais novo do que quando mais velho. O número esperado de mortos e feridos em acidentes envolvendo estes veículos para cada ano seria entre 2.011 e 2.028 (calculado com base na projeção do número de mortos e feridos e do número de veículos entre 1983 e 2009). Os custos dos danos para mortos, feridos graves e feridos leves seriam conforme recomendados em Veisten et al. (2010). A taxa de juros é de 4,5%.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para mudanças na regulamentação de veículos podem ser tomadas pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, pela indústria automotiva ou como resultado da participação da Noruega na cooperação técnica automobilística internacional.

A redução de impostos para veículos novos com ESC pode ser estipulada pelo Ministério da Fazenda. As seguradoras podem reduzir os prêmios de seguro para veículos equipados com sistema ESC.

As seguradoras podem impor reduções de prêmios de seguro para veículos com ESC. Uma vez que o efeito do ESC é essencialmente limitado aos acidentes sem danos de terceiros, as reduções dos prêmios de seguro provavelmente seriam limitadas a um seguro contra lesões e danos materiais correspondentes ao veículo segurado. As reduções de prêmios de seguro para terceiros provavelmente seriam de pouco interesse para as seguradoras.

Requisitos e procedimentos formais

Não estão estabelecidos requisitos formais nos Regulamentos Noruegueses para as características dos veículos, características de condução, controle de derrapagem e estabilidade, além das exigências de limites de altura, comprimento, largura e peso. Não há nenhum benefício fiscal para veículos com sistema ESC. Os pré-requisitos no tocante às exigências ou impostos são uma definição aprovada, testes e critérios para o funcionamento do ESC.

Alterações na Regulamentação Veicular devem ser tratadas como uma alteração regulamentar de acor-

do com a lei de administração pública. Isso significa que as partes interessadas devem ter a oportunidade de opinar antes que uma mudança seja adotada. Os requisitos para automóveis novos afetam principalmente a indústria automobilística. A indústria automobilística deve ter a oportunidade de pronunciar-se antes da adoção de alterações.

Responsabilidade pela execução da medida

Os fabricantes ou importadores de veículos são responsáveis por garantir que os requisitos de veículos novos e as homologações concedidas sejam cumpridas. Os postos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega realizam verificações aleatórias de veículos homologados (automóveis novos de fábrica antes de serem vendidos) para assegurar o cumprimento das regulamentações.

O Ministério das Finanças é responsável pelos impostos sobre os veículos e pode impor deduções para automóveis equipados com ESC.

4.30 REGULAMENTAÇÃO DE TAMANHO E PESO DOS VEÍCULOS PESADOS

O capítulo foi escrito em 2010 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

Acidentes com veículos pesados são frequentemente mais graves que outros acidentes. Eles constituem por seu maior peso, um perigo para os outros usuários da via. Em acidentes em que veículos pesados estão envolvidos, normalmente é a contraparte que tem os maiores danos. As estatísticas da SSB (2000-2008) mostram quantos condutores de diferentes tipos de veículos e quantas outras pessoas ficaram feridas em acidentes (tabela 4.30.1). A tabela mostra também a razão matemática das lesões entre outras pessoas e as lesões nos condutores do tipo presente de veículo envolvido e a mesma razão para mortos. A tabela mostra, por exemplo, que para caminhões com carreta há 3,45 vezes mais lesões de ocupantes nos outros veículos envolvidos no acidente que nos condutores dos caminhões com carreta, e que há 8,63 vezes mais mortos nos outros veículos envolvidos no acidente que entre os condutores de caminhões com carreta.

TABELA 4.30.1: LESÕES POR ACIDENTE NOS OCUPANTES DO PRÓPRIO VEÍCULO (VEÍCULO 1) EM QUESTÃO E NOS OCUPANTES DO SEGUNDO VEÍCULO ENVOLVIDO NA COLISÃO (VEÍCULO 2).

Tipo de veículo	Número de lesões por acidente nos condutores do veículo 1	Número de lesões por acidente no veículo 2	Razão lesões veículo 2/ veículo 1	Razão mortos veículo 2/ veículo 1
Ônibus	0,10	0,90	9,06	16,4
Caminhão (sem carreta)	0,23	1,00	4,34	7,14
Caminhão com carreta (reboque/semirreboque)	0,30	1,03	3,45	8,63
Veículo de passeio	0,67	0,30	0,44	0,38
Motocicleta	1,04	0,09	0,08	0,02

Na Suécia, a razão entre mortos em caminhões e outras pessoas é de 13,3 (Vierth, Berell e McDaniel, 2008). Na Finlândia, a razão entre mortos em ônibus (condutores, passageiros e outras pessoas) é de 9,1 (Soininen, 2004). Na Holanda, a razão entre mortos no veículo 1 (em questão) e mortos no veículo 2 (contraparte) na colisão é de 4,0 para vans, 16,7 para caminhões e 2,2 para veículos de passeio.

Na Grã-Bretanha, os veículos pesados compreendem 1,3% de todos os veículos registrados, rodam 5,8% do total dos quilômetros rodados por veículos motorizados e estão envolvidos em 18,2% de todos os acidentes fatais (Robinson, Watterson, Dodd, Minton e Gard, 2009). Nos EUA, os caminhões acima de 10.000 libras são 3% de todos os veículos, rodam 7% de todos os veículos-km e estão envolvidos em 8,7% de todos os acidentes fatais, 2,4% de todos os acidentes com vítimas e 4,2% de todos

os acidentes com danos materiais. Em colisões entre caminhões e outros veículos, 80% de todos os mortos são condutores ou passageiros dos outros veículos (Stevens et al., 2001).

As informações existentes sobre o fluxo de caminhões são insuficientes (Berger, 1991; Sætermo, 1995). O índice de risco é, portanto, incerto. As seguintes estimativas foram fornecidas pela frequência em que diferentes tipos de veículos estão envolvidos em acidentes com vítimas notificados à polícia por milhão de veículos-km (figura 4.30.1).

Descrição da medida

Neste capítulo estão descritas as relações entre os acidentes e o peso total de veículos pesados, o comprimento de caminhões com carreta, os diferentes

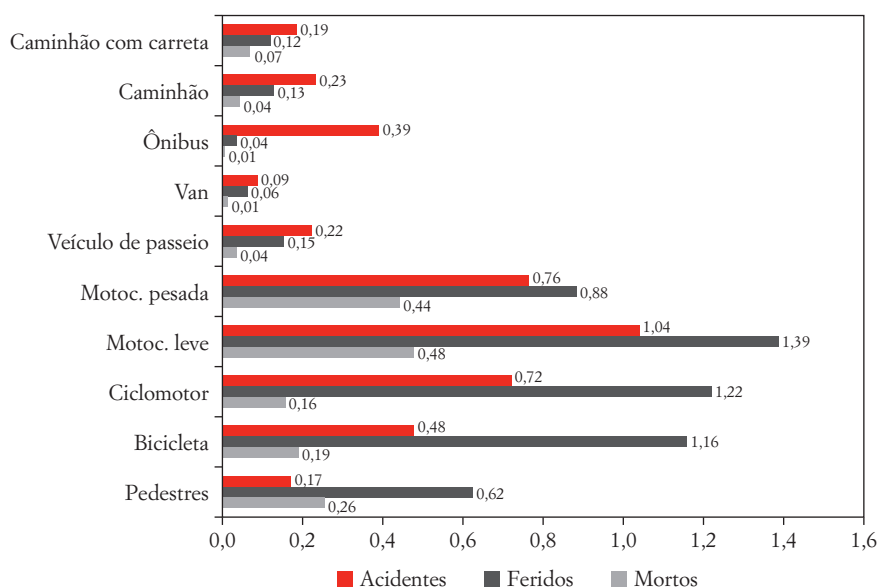


Figura 4.30.1: Risco de envolvimento em acidentes com vítimas para diferentes tipos de veículos (1998-2005); acidentes e lesões por milhão de veículos-km e mortos por 100 milhões de veículos-km.

tipos de caminhões com carreta, como, por exemplo, bitrens e caminhões com múltiplas carretas.

Impacto sobre os acidentes

Peso total dos caminhões e caminhões com carreta: vários outros estudos têm mostrado que o aumento do peso total de caminhões ou caminhões com carreta com cerca de 3 a 5 toneladas reduz o risco de acidentes com danos materiais em 4% (-15; +8) e aumentam o risco de acidentes com vítimas em 22% (+11; +33) (Vallette, McGee, Sanders e Enger, 1982; Statistisk Sentralbyrå, 1994). O número de acidentes fatais aumenta em 96% (Hertz, 1988). O aumento no risco de acidentes graves pode, entre outros motivos, estar relacionado à maior distância de frenagem gerada pelo aumento do peso. Os veículos mais pesados também costumam ser maiores (em largura e comprimento) que outros veículos pesados.

Ainda assim, não necessariamente se deve afirmar que restrições mais rigorosas de peso de veículos pesados reduzirão o número de acidentes. Restrições de peso mais rigorosas significam que uma determinada quantidade de mercadoria, calculada em toneladas, deverá ser dividida entre mais veículos que os que circulam atualmente. Isso aumentaria o número de quilômetros percorridos, o que contribuiria para mais acidentes. A diferença de peso entre veículos pesados e leves, mesmo depois de uma significativa redução da massa total (de, por exemplo, 50 para 25 toneladas), continuaria tão grande que, da mesma forma, os veículos pesados continuariam causando danos aos demais usuários (Harms, 1992).

Comprimento dos caminhões com carreta: o aumento de 1 metro no comprimento dos caminhões com carreta com extensão entre 10 e 25 metros parece ter pouco impacto no número de acidentes (+2%; intervalo de confiança de 95% [-7, 12]) (Vallette et al., 1981; Kommunikationsdepartementet, 1977). Caminhões com carreta longos ocupam mais espaço e levam mais tempo para ultrapassar veículos mais curtos. Estes fatores, de forma isolada, provavelmente aumentam o risco de acidente. Por outro lado, veículos longos podem carregar mais carga que os mais curtos. Regulamentações mais rigorosas provavelmente aumentariam o número de caminhões e veículos pesados nas rodovias.

Diferentes tipos de caminhões com carreta: análises aprofundadas sobre acidentes fatais na Noruega en-

tre 2005 e 2008 mostram que, em geral, cavalos mecânicos com semirreboques estiveram envolvidos em 12 de 15 (80%) dos acidentes com saída de pista com caminhões com carreta, enquanto os mesmos constituem apenas 50% de todos os caminhões com carretas envolvidos em todos os acidentes fatais com este tipo de veículo. Embora o número de acidentes seja pequeno e a exposição seja desconhecida, os resultados indicam que cavalos mecânicos com semirreboques têm maior risco de saída de pista que outros caminhões (Assum e Sørensen, 2010).

Bitrem: o padrão da União Europeia para caminhões com carreta é um comprimento máximo de 18,75 m e massa de 40 toneladas. Na Noruega, a massa máxima permitida é de 50 toneladas e, para caminhões com carreta transportando madeira, é de 22 toneladas em alguns municípios. No território norueguês foram realizados testes com caminhões de no máximo 25,25 m/60 toneladas em trechos selecionados de rodovias. Na Suécia e na Finlândia esses caminhões já são permitidos. Em outros países europeus, como nos Países Baixos, por exemplo, foram e estão sendo realizados testes com bitrens. O sistema modular torna possível montar longas plataformas de veículos, normalmente incluídas nas combinações de comprimentos aceitos nos requisitos gerais da União Europeia (16,5m ou 18,75m; Eidhammer et al., 2000):

- cavalo mecânico e semirreboque com comprimento de 13,6 m e reboque com comprimento de carga de 7,825m;
- caminhão com comprimento de carga de 7,825m, dolly e semirreboque com comprimento de carga de 13,6m;
- cavalo mecânico e semirreboque com comprimento de carga de 7,82 m e semirreboque no semirreboque com comprimento de carga de 13,6 m.

Com o bitrem, o número de veículos-km com veículos pesados pode ser reduzido, mas é provável que os acidentes sejam mais graves do que com os caminhões mais leves (Eidhammer, Sørensen e Andersen, 2009). As desvantagens relativas à segurança são, entre outras, que os bitrens têm maior peso total, distância de frenagem mais longa, menor estabilidade e são mais difíceis de manobrar que os caminhões com apenas uma carreta. Os assistentes de freio eletrônicos para veículos pesados que existem não são para os caminhões com mais de dois elementos. Alguns dos bitrens consistem de três elementos e por isso têm problemas com sistemas eletrônicos de freio (Åkerman e Jonsson, 2007).

Até agora há pouca experiência com os bitrens e por isso há poucas avaliações empíricas dos impactos no risco de acidentes. Estudos da Suécia sugerem que os custos de acidentes por veículo-km não têm nenhuma relação com o peso total da combinação. Os custos por veículo-km são de SEK 0,67 para caminhões com carreta de 34-40 toneladas, SEK 0,63 para os de 40-50 toneladas e SEK 0,47 para os de 50-60 toneladas. Segundo Vierthet al. (2008), os custos de acidentes com caminhões com carreta aumentariam entre 22% e 37% se os bitrens não fossem permitidos na Suécia, porque os caminhões com carreta convencionais precisam rodar mais quilômetros que os bitrens para transportar a mesma quantidade de mercadoria (Vierthet al., 2008). O aumento do risco de acidentes, entretanto, depende se o tráfego, agora realizado com bitrens, passar a ser realizado com caminhões com carreta convencionais ou, em parte, com trens. Um estudo dos Países Baixos concluiu que o esquema de permitir bitrens em trechos da rede viária evita anualmente entre 4 e 7 mortes e entre 13 e 25 lesões, principalmente pela redução do número de veículos-km (Arcadis, 2006).

Caminhões com múltiplas carretas: a relação entre o número de módulos e os acidentes foi estudada em várias pesquisas americanas. Os resultados são contraditórios, e a maioria deles não é estatisticamente confiável; assim sendo, não é possível tirar nenhuma conclusão geral. Stein e Jones (1988) mostraram que cavalos mecânicos com ambos o semirreboque e o reboque convencionais se envolvem três vezes mais em acidentes que os caminhões com uma carreta. O resultado foi baseado no número de acidentes com diferentes tipos de caminhões e não controlou o número de veículos-km. Braveret al. (1997) mostraram que, no geral, caminhões com duas carretas estiveram envolvidos em mais acidentes que caminhões com uma carreta (+4 [-26; +45]), mas em significativamente menos acidentes com vários envolvidos (-26; [-44; -3]) e em menos acidentes fatais (-34 [-62; +15]). Blower, Campbell e Green (1993) mostraram que caminhões com duas carretas estiveram mais envolvidos em acidentes com vítimas e danos materiais que caminhões com uma carreta, mas os resultados não são estatisticamente confiáveis. Forckenbrock e Hanley (2003) pesquisaram sob quais condições os caminhões com várias carretas apresentam risco mais alto de acidentes fatais que os caminhões com apenas uma carreta. Os resultados mostram que o risco de caminhões com várias carretas é maior que com somente um no escuro, na neve, em pista escorregadia ou com gelo, nos acidentes com três ou mais veículos envolvidos e em vias com limite de veloci-

dade acima de 65 km/h. Segundo Clarke e Wiggers (1998), os caminhões com várias carretas têm risco 11% mais alto de envolvimento em acidentes fatais que com apenas uma carreta. O maior aumento de risco para os caminhões com várias carretas foi encontrado nas rodovias nacionais.

Impacto na mobilidade

Bitrens e caminhões com várias carretas são mais longos e mais difíceis de manobrar que caminhão com carreta convencional, o que pode fazer com que partes da rede rodoviária a ser utilizada por bitrens tenha que ser adaptada. Com bitrens no lugar de caminhões com carreta comuns, estima-se que o número total de quilômetros percorridos por caminhões com carreta poderia ser reduzido entre 24% e 32% (Trafikministeriet, 2004). Um estudo dos Países Baixos estimou que os engarrafamentos poderiam ser reduzidos entre 0,7% e 1,4% com a permissão dos bitrens nas rodovias (Arcadis, 2006).

Impacto no meio ambiente

Quanto mais pesados forem os veículos, maior será o consumo de combustível e, conseqüentemente, a emissão de poluentes. O consumo de combustível e os custos externos foram estimados por Hjelle (2003). Segundo este estudo, os caminhões entre 7,5 e 16 toneladas utilizam em média cerca de 2,8 litros de diesel por milha, enquanto que os caminhões acima de 23 toneladas consomem em média por volta de 4,3 litros de diesel por milha. Os custos ambientais estimados em relação às emissões de CO₂ em trechos urbanos são de EUR 0,011 por veículo-km para veículos entre 7,5 e 23 toneladas e EUR 0,016 por veículo-km para veículos acima de 23 toneladas. Em trechos urbanos, os custos são mais altos: respectivamente, EUR 0,016 e EUR 0,022 por veículo-km. Os custos externos para ruídos são maiores para os veículos pesados que para os leves, mas os custos não variam com o peso dos veículos pesados.

Os veículos pesados causam maior desgaste nas vias que os veículos leves. O desgaste aumenta proporcionalmente à quarta potência da carga por eixo (Taramoera e de Pont, 2009).

Os bitrens reduzem o número total de quilômetros rodados com veículos pesados, o que leva à redução de ruídos e emissões (Vierthet al., 2008).

Custos

Não há números que mostrem os custos diretos associados às mudanças nas regras de peso e comprimento de veículos longos. Com essas mudanças, é provável que os maiores custos sejam os indiretos, sob a forma de aumentos nos custos do setor de transporte.

Avaliações de custo-benefício

Limites de peso: é difícil estimar o valor do custo-benefício de limites de peso mais rigorosos para veículos pesados. Elaborou-se um exemplo de cálculo para um sistema de transporte hipotético em que os veículos mais pesados conduzem 100 milhões de quilômetros por ano e transportam 1,5 bilhão de toneladas-km de mercadorias (15 toneladas por quilômetro percorrido). Supondo-se que anualmente o número de acidentes com vítimas com o envolvimento desses veículos seja de 75 por ano (0,75 por milhão de veículos-km) a um limite de massa de 75 toneladas, o número de quilômetros percorridos em uma aproximação grosseira duplicaria para 200. Supondo-se que o número de acidentes por milhão de veículos-km tenha diminuído para 0,45, o número de acidentes com vítimas será de 90 (200 x 0,45), o que quer dizer 15 a mais que antes de o limite de velocidade ser introduzido. Além disso, o custo do transporte por toneladas-km praticamente triplicará. Este exemplo simples mostra que quase não há nenhum propósito em se introduzirem restrições de peso para os veículos pesados muito mais rigorosas que as que existem hoje para evitar acidentes de trânsito.

Bitrem: Eidhammer et al. (2000) realizaram análises de custo-benefício da permissão de bitrens na Noruega na totalidade ou parte da rede rodoviária. Os resultados mostram que teria sido rentável permitir o bitrem em toda a rede rodoviária, exceto em rotas regulares em Hordaland, Sogne, Fjordane e Nordland. O benefício é de aproximadamente NOK 281 milhões (custos de transporte reduzidos, emissões de CO₂ e emissões locais), o custo é de cerca de NOK 106 milhões (em acidentes, investimentos, operação e manutenção da rede rodoviária). Teria sido menos rentável permitir bitrens em toda a rede rodoviária e em outras vias de risco em todo o país, exceto Hordaland, Sogne, Fjordane e Nordland. Em Hordaland, Sogne, Fjordane e Nordland, os custos de investimento teriam sido tão altos que não seria rentável permitir bitrens.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa de regulamentação sobre o peso e o tamanho dos veículos pode ser tomada pelo Ministério dos Transportes, pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, pela indústria automotiva, por organizações empresariais e industriais, empresas de transportes e indústria de turismo. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável por adotar qualquer alteração referente à regulamentação veicular e aos regulamentos de uso dos veículos.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos técnicos para veículos pesados, incluindo os requisitos para peso e dimensões *para homologação*, estão previstos na regulamentação veicular. As regras sobre peso e dimensões permitidos para veículos *em uso* nas vias públicas da Noruega seguem os regulamentos sobre o uso de veículos.

As disposições relativas ao peso e dimensões máximos dos veículos individuais e caminhões com carreta são encontradas no Anexo 1 dos regulamentos sobre o uso de veículos. O anexo também contém uma lista de vias que especificam o comprimento e o peso máximo permitidos para o trecho (cujo valor é atualizado anualmente). Da mesma forma, as listas são publicadas para as vias das províncias e municípios. O comprimento máximo admissível para os veículos individuais e caminhões com carreta depende se as vias são classificadas como vias de 12,40 m, 15 m ou 19,50 m. O peso máximo total depende da classe de uso (Bk) em que a via é classificada. O maior comprimento permitido de um caminhão com carreta é 19,50 metros em rodovias que na lista de vias são classificadas como vias de 19,50 m. A massa máxima total admissível é de 50 toneladas nas vias listadas como Bk 10-50 toneladas.

Responsabilidade pela execução da medida

O proprietário do veículo é responsável pelo cumprimento das disposições em matéria de peso e dimensões e outros requisitos veiculares a qualquer momento. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega realiza inspeções para verificar se os requisitos são cumpridos durante o uso. Uma multa é imposta pela sobrecarga, depen-

dendo do tamanho da mesma e de acordo com os regulamentos sobre multas por sobrecarga. Se o veículo, por verificação, não estiver em bom estado, a polícia ou a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega impõem proibições.

4.31 FREIOS ABS EM MOTOCICLETAS

O capítulo foi escrito em 2010 por Alena Høyе (TØI)

Problema e finalidades

Os acidentes com motocicletas são em média mais graves que os com veículos de passeio. Na Noruega, entre 2001 e 2008, a taxa de ileso envolvidos em acidentes com vítimas foi de 6% entre os condutores/passageiros de motocicletas e de 41% entre ocupantes de automóveis. No que diz respeito às lesões decorrentes do acidente, a taxa de mortos foi de aproximadamente 5,6% entre todos os condutores/passageiros de motos e 2,5% entre ocupantes de automóveis.

Durante o percurso, uma motocicleta é estabilizada pelo efeito giroscópio dos pneus e pelo atrito entre o pneu e a superfície do pavimento. Se uma das rodas travar durante a frenagem, não há outras partes que possam estabilizar ou controlar a motocicleta e torna-se difícil ou impossível recuperar a estabilidade, especialmente em curvas e se a roda dianteira travar (Highway Loss Data Institute, 2009). Em outras palavras, a motocicleta virará, o que pode levar a consequências graves para o condutor, especialmente em alta velocidade. O risco associado a freios que travam é que eles fazem com que muitos motociclistas tenham receio de frear, o que pode resultar em frenagens ineficientes e manobras perigosas. Essa frenagem ineficiente pode ser reduzida com freios combinados, em que ambos os freios são ativados, mesmo que o motociclista apenas freie uma das rodas. Freios combinados têm mostrado reduzir a distância de frenagem, mas as rodas podem, da mesma forma, ser travadas. A formação dos condutores de motocicletas não se apresenta como fator redutor do risco de acidente (Teoh, 2010).

Os freios ABS nas motocicletas têm como meta reduzir o perigo de que as rodas sejam travadas. Outra finalidade é reduzir a frenagem ineficiente, provocada pelo receio do condutor de que, ao frear, ele possa travar as rodas.

Descrição da medida

Os sistemas de freios antitravamento (freios ABS) funcionam na motocicleta basicamente da mesma forma que nos automóveis. O ABS tem sensores em cada roda e, se o sistema percebe uma diferença na velocidade de rotação entre a roda traseira e a dianteira, a força de frenagem em uma delas é reduzida. Com freios ABS, o condutor pode frear totalmente sem que as rodas sejam travadas. Há freios ABS para motocicleta com e sem distribuição eletrônica de frenagem. Vários estudos mostram que os freios ABS na motocicleta diminuem a distância de frenagem em relação à maioria das condições (Elliot et al., 2003; Green, 2006; Huang e Preston, 2004). Os freios ABS para motocicletas estão comercialmente disponíveis desde 1988 (Ulleberg, 2003). Segundo Bosch, eles chegaram ao mercado em 1994.

Impacto sobre os acidentes

Foram encontrados dois estudos que estimaram o impacto máximo possível dos freios ABS no número de acidentes de motocicleta. Gwehenberger, Schwaben, Sporer e Kubitzki (2006) realizaram estudos aprofundados de 200 acidentes graves envolvendo motocicletas na Alemanha. As análises mostraram que em cerca da metade deles o ABS teria sido importante, ou seja, que esses freios poderiam ter atuado sobre os acidentes. Entres estes, de 17% a 38% poderiam ter sido evitados, caso o motociclista tivesse freios ABS. Em quase todos os acidentes em que outro veículo não respeitou a preferencial de circulação da motocicleta, o ABS teve papel importante. Estudos aprofundados de acidentes envolvendo motocicletas na Suécia (Rizzi, Strandroth e Tingvall, 2009) mostraram que 34% dos acidentes teriam acontecido mesmo que o motociclista tivesse ABS, que 44% deles possivelmente poderiam não ter acontecido e que 14% poderiam ter sido evitados se a motocicleta tivesse freios ABS.

Três estudos pesquisaram os impactos dos freios ABS nos acidentes envolvendo motocicletas com base em dados de acidentes:

Highway Loss Data Institute, 2009 (EUA);
Teoh, 2010 (EUA) e
Rizzi et al., 2009 (Suécia).

Os resultados estão resumidos na tabela 4.31.1.

TABELA 4.31.1: IMPACTO DOS FREIOS ABS EM MOTOCICLETAS NA GRAVIDADE DOS ACIDENTES.

Gravidade da lesão	Porcentual de mudança no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Mortos	Todos	-36	(-53; -13)
Mortos	Todos, exceto colisões	-48	(-79; +27)
Feridos	Todos	-30	(-45; -12)
Feridos	Todos, exceto colisões	-38	(-78; +78)
Danos materiais	Todos	-22	(-28; -15)

O resultado correspondente ao número de mortos em todos os tipos de acidentes tem como base o estudo de Teoh (2010). Nesta análise, houve controle para as variáveis de confusão. Dentre os condutores de motocicleta equipadas com ABS, havia menos deles que conduziam acima do limite de velocidade (17% *vs* 22%) ou com nível ilegal de álcool no sangue (12% *vs* 16%) do que entre os condutores sem ABS e sem capacete (70% *vs* 74%); o uso do capacete não é obrigatório em todos os estados dos EUA.

O maior estudo, e também com mais controle, foi realizado pela Highway Loss Data Institute (2009). Nele houve controle de idade e sexo dos condutores, modelo de motocicleta e densidade de motocicletas na área onde a motocicleta está registrada. Somente foram incluídas na pesquisa as motos que podem ser encontradas com e sem ABS. Não houve controle do uso de capacete. Os resultados de lesões e danos materiais em todos os tipos de acidentes estão baseados neste estudo e referem-se ao número de indenizações de seguros, respectivamente para lesões e danos materiais. Os valores médios pagos por acidente não são diferentes para as motocicletas com e sem ABS, o que sugere que os acidentes com motocicletas que têm ABS não são menos graves que os outros acidentes.

Os resultados que se referem a todos os acidentes, exceto colisões frontais, são baseados no estudo de Rizzi e outros (2009). Nesta análise, foram comparados os números de acidentes das motocicletas com e sem ABS. As colisões frontais foram usadas como grupo de controle. Considera-se que tais colisões não sejam influenciadas pelo ABS. A redução no número de lesões encontrado neste estudo (-38%) equivale a uma redução no número de lesões em todos os tipos de acidentes de 33%. A redução no número de mortos (-48%) equivale a uma redução de 35% em todos os tipos de acidentes (12,1% de todos os condutores de motocicleta feridos em aci-

dentos e 27,7% de todos os condutores mortos em acidentes).

Uma deficiência do estudo é que sua metodologia pressupõe que o risco de acidentes inicialmente seja igual entre motocicletas com e sem ABS. Entretanto, as motos com ABS são normalmente da BMW, enquanto as motocicletas sem ABS são principalmente de marcas japonesas. As BMW são mais caras, e outras pesquisas mostraram que elas têm risco de acidente mais baixo que as demais marcas, mesmo sem ABS. O impacto do ABS é, portanto, muito provavelmente superestimado.

Os resultados sugerem que o ABS pode reduzir o número de acidentes envolvendo motocicleta e que o impacto é maior sobre os acidentes com vítimas do que sobre os acidentes apenas com danos materiais. Se o impacto é maior sobre acidentes fatais que sobre os outros não ficou claro, já que os resultados de diferentes estudos são contraditórios. Todos os resultados podem ser afetados por variáveis de confusão. Em nenhuma das análises houve controle do uso de capacete. Os dois maiores estudos são dos EUA, onde o uso do capacete entre os condutores de motocicleta é menos comum que na Noruega. Nos estados onde o uso é obrigatório, 94% dos motociclistas dizem que sempre usam o capacete, enquanto somente 53% o utilizam nos estados sem uso obrigatório (o uso de capacete é obrigatório em 20 estados e no Distrito de Columbia).

Impacto na mobilidade

Os freios ABS na motocicleta não têm nenhum impacto documentado sobre a mobilidade. Pode-se pensar que os motociclistas conduzam mais ou talvez mais rápido quando a moto tem freios ABS, pois o perigo de as rodas travarem é reduzido.

Impacto no meio ambiente

Os freios ABS em motocicletas não têm nenhum impacto documentado no meio ambiente.

Custos

Na Noruega, as motos com ABS são entre NOK 3.000 e 10.000 mais caras que as motocicletas sem ABS. Para a maioria dos modelos, a diferença de preço é de NOK 5.000-6.000 (Klikk, 2010).

Em um estudo alemão, Baum e Westerkamp (2008) estimaram que a produção de ABS para motocicletas custaria aproximadamente 120 euros, enquanto que em 2015 seu preço ficaria por volta de 400 euros.

Avaliações de custo-benefício

Baum e Westerkamp (2008) fizeram uma análise de custo-benefício para o ABS em motocicletas. O impacto estimado é uma redução do número de acidentes envolvendo motocicletas em 2,4% e uma redução de 12,1% no número de mortos. A relação custo-benefício é estimada entre 4,5 e 4,9 (caso assumam-se um custo de 120 euros). Para o condutor de motocicleta individual (que deve pagar cerca de 400 euros pelo ABS) será rentável ter ABS apenas para uma quilometragem anual maior ou igual a 2.200 km. A quilometragem média anual para motociclistas alemães é de 3.900 km.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os requisitos para freios em veículos estão determinados na regulamentação veicular. A iniciativa para alterações na regulamentação veicular pode ser tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, indústria automobilística ou como resultado da participação norueguesa na Cooperação Internacional de Técnica Automobilística. Os requisitos para freios em motocicletas seguem a diretiva 93/14/EØF (que recentemente mudou para 2006/27/EF). Houve um trabalho de 2011 sobre o projeto de um novo regulamento para substituir a diretiva. As avaliações dos requisitos para freios ABS fazem parte deste trabalho, do qual a Noruega participa ativamente.

Requisitos e procedimentos formais

Requisitos para freio de veículos estão estabelecidos no capítulo 26 da regulamentação veicular. Em caso de alteração, é dada a oportunidade aos interessados, tais como a indústria de motociclística, de pronunciarem-se (ref. forvaltningsloven).

Responsabilidade pela execução da medida

Os fabricantes ou importadores de veículos são responsáveis por garantir que os requisitos para veículos novos e as homologações estabelecidas sejam respeitadas. Os postos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega realizam verificações aleatórias em veículos homologados (veículos novos de fábrica antes de serem vendidos) para assegurar que os regulamentos sejam respeitados.

4.32 ALERTA DE TRANSPOSIÇÃO INVOLUNTÁRIA DE FAIXA (LANE DEPARTURE WARNING)

O capítulo foi escrito em 2011 por Jonas Jansson (VTI)

Problema e finalidades

Alguns dos fatores que contribuem para muitos acidentes são desatenção, sonolência e distração (Gordon, 2009; Lee et al., 2009; Connor et al., 2001; Horne e Reyner, 1995). Quando o condutor não está atento, isso pode fazer com que o veículo se desloque não intencionalmente para fora de sua faixa, o que pode levar a colisões com veículos em outras faixas ou à saída da pista.

Na Noruega 16% de todos os mortos ou feridos graves sofreram acidentes envolvendo saída de pista em trechos retos e 38% acidentaram-se ao sair da pista em todos os tipos de trechos. Não se sabe em quantos desses acidentes a desatenção foi fator contribuinte.

Nos EUA 24% de todos os acidentes com feridos com veículos de passeio envolveram saída de pista e 24% desses acidentes ocorreram em trechos em reta (Najm, 2003).

O alerta de transposição involuntária de faixa, comumente chamado de *Lane Departure Warning* (LDW)

ou *Lane Keeping Aid* (LA), destina-se a auxiliar os condutores quando o veículo está prestes a cruzar a linha divisória de faixas por falta de atenção, evitando, assim, uma saída da pista e/ou possíveis colisões com veículos nas faixas adjacentes.

Descrição da medida

Podem-se fazer as seguintes distinções entre os dois tipos diferentes de alertas de transposição involuntária de faixa, dependendo se o sistema for LDW (*Lane Departure Warning*) ou LA (*Lane keeping Aid*). O LDW é um sistema de assistência ao condutor que o alerta quando o veículo está prestes a cruzar a linha divisória de faixas em uma situação em que o condutor não tem a intenção de mudar de faixa e/ou de “zigueaguear”; o condutor deve, neste caso, reconduzir o veículo adequadamente para a faixa. A maioria dos sistemas alerta tanto quando o veículo está prestes a cruzar a linha divisória de faixas da esquerda quanto a da direita. Dessa forma, o LDW tem função semelhante às guias sonoras (faixas sonorizadoras).

O LA, por sua vez, detecta quando o veículo está prestes a sair da pista sem a intenção do condutor, da mesma forma que o LDW. Entretanto, diferentemente do LDW, o LA reconduz o veículo de forma automática de volta à sua faixa de origem por meio da alteração do ângulo de direção. O movimento do volante pode funcionar como um aviso para o condutor; porém o LA também pode alertar o condutor de outras maneiras, assim como o LDW. Com o LA, a tarefa é mais automatizada que com o LDW; teoricamente, o LA mantém o automóvel dentro da faixa, sem o controle do condutor. No entanto, a alteração angular de direção usada geralmente é pequena, e o condutor pode controlar o sistema.

O LDW e o LA devem ser capazes de executar as seguintes “tarefas”: (1) detectar quando o veículo está prestes a sair da faixa; (2) determinar quando o sistema alertará o condutor ou reconduzirá o veículo de volta e (3) notificar o condutor ou reconduzir o automóvel de volta para a faixa.

(1) A forma mais comum de detectar quando o veículo sai da faixa é através de uma câmera, em conjunto com um programa de processamento de imagens; outra possibilidade é a utilização de sensores infravermelhos instalados embaixo do veículo. Estes sistemas ópticos podem ter suas funções prejudicadas sob más condições meteo-

rológicas e de luminosidade, além de dependerem de marcações viárias claramente visíveis e não cobertas por neve ou gelo (Lundkvist e Fors, 2010). Outros sistemas que têm sido propostos para uso associado ao LDW/LA são os identificadores de radiofrequência ou RFID (*Radio Frequency Identification*), mapas digitais em combinação com sistemas de navegação por GPS combinados aos sensores de aceleração e rotação, sensores de luz e medidores de distância.

(2) O momento em que o sistema deve ser ativado (alertando o condutor ou reconduzindo o automóvel de volta para a faixa) geralmente é determinado pela proximidade com a sinalização da faixa e o tempo estimado para que o veículo a cruze. O sistema é ativado pouco antes de o veículo cruzar a linha divisória de faixas, quando não há nada que sugira que esta é a intenção do condutor, como, por exemplo, acionamento da seta direcional, grande alteração do ângulo de direção ou aceleração lateral.

(3) O condutor pode ser notificado de diferentes maneiras (com sinais visuais, sonoros ou por vibrações junto ao volante ou ao assento). O objetivo do alerta é aumentar a segurança dentro do possível, obtendo uma resposta positiva do condutor em relação ao sistema.

Alguns fabricantes de automóveis oferecem o sistema de alerta de transposição involuntária de faixa como item opcional. Em princípio, também é possível instalá-lo posteriormente. Na Noruega os sistemas de alerta de transposição involuntária de faixa estão disponíveis como equipamento opcional para 4 dos 30 modelos de veículos mais vendidos em 2009 (Høye, 2010).

Impacto sobre os acidentes

Existem alguns estudos sobre o funcionamento técnico do LDW e do LA e sobre como estes sistemas afetam o comportamento do condutor. Em 2010, entretanto, houve relativamente poucos automóveis equipados com o LDW e há poucas pesquisas sobre como o LDW afeta o envolvimento em acidentes. Foram encontrados três estudos que estimaram os possíveis efeitos do LDW. Todos os resultados são baseados em pressupostos teóricos sobre o quão efetivo o sistema é para evitar certos tipos de acidentes; por isso, certo grau de incerteza deve ser considerado.

Alkim et al. (2007) estimaram que o LDW pode reduzir o número de acidentes em 0,9% em vias principais e em 2,7% em vias secundárias. De acordo com Lind (2008), o número de acidentes fatais e acidentes com resultados potencialmente fatais seria reduzido em 2%, caso 10% de todos os veículos fossem equipados com o LDW. Zeljko et al. (2003) estimaram que em torno de 23% de todas as saídas de pista de caminhões pesados em rodovias poderiam ter sido evitadas com o LDW.

O LDW pode ter um impacto indireto sobre a segurança, ao fazer com que os condutores sejam “forçados” a usar a seta de forma consistente (este impacto foi observado por Dingus et al. (2006)). Não foi encontrada nenhuma tentativa de quantificar o impacto potencial no número de acidentes.

Outro impacto indireto possível na segurança é o fato de os condutores, por confiarem muito no sistema, tornarem-se menos atentos.

Impacto na mobilidade

O alerta de transposição involuntária de faixa não tem nenhum impacto documentado em relação à mobilidade.

Impacto no meio ambiente

O alerta de transposição involuntária de faixa não tem nenhum impacto documentado no que diz respeito ao meio ambiente.

Custos

Os custos do alerta de transposição involuntária de faixa variam muito, dependendo do tipo de informação utilizada pelo sensor e da forma com que os condutores são alertados. Há uma variedade de sistemas no mercado atual e, em muitos casos, são vendidos como parte de um pacote de equipamentos opcionais. Os veículos com alertas de transposição de faixa geralmente custam entre EUR 500 e 2.500 a mais que os veículos sem estes sistemas.

Avaliações de custo-benefício

Houve várias tentativas para estimar o custo-benefício do alerta de transposição involuntária de

faixa. Estas análises são baseadas em suposições sobre a eficácia do equipamento em questão para evitar acidentes. Como não existem estudos empíricos sobre os impactos nos acidentes em condições reais de tráfego, os resultados são muito incertos.

Robin (2009) concluiu que as empresas de transporte teriam um benefício entre USD 1,37 e 6,55 para cada dólar gasto em dispositivos de alerta de transposição involuntária de faixa. Lind (2008) estimou os benefícios socioeconômicos desses alertas entre 1,9 e 2,7 vezes maior que os custos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para alterações na regulamentação veicular pode ser tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, pela indústria automotiva ou como resultado da participação da Noruega na cooperação técnica automobilística internacional.

Requisitos e procedimentos formais

Atualmente não há nenhum requisito formal desenvolvido para o alerta de transposição involuntária de faixa em veículos novos na Noruega. Estes requisitos podem eventualmente ser fornecidos pelas autoridades viárias, como, por exemplo, por meio de um sistema de homologação. A União Europeia decidiu introduzir os requisitos do alerta de transposição involuntária de faixa para veículos pesados novos (caminhões e ônibus) em 2015. Esta exigência também se aplicará à Noruega, se aprovada pelo Comitê EEE.

Responsabilidade pela execução da medida

A medida não requer o desenvolvimento nem a introdução de novas tecnologias no sistema viário. O comprador do veículo é livre para escolher um veículo que tenha este equipamento ou comprá-lo como um acessório opcional. Os custos de desenvolvimento do projeto estão a cargo do fabricante automotivo, enquanto que o comprador do veículo deve arcar com os custos da eventual aquisição de seu veículo com ou sem o equipamento em questão.

4.33 LIMITADOR DE VELOCIDADE MÁXIMA

O capítulo foi escrito em 2012 por Rune Elvik (TØI)

Problema e finalidades

Segundo estudos aprofundados sobre acidentes fatais da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, a velocidade inadequada, tanto em relação às condições de segurança quanto aquela claramente acima do limite, foi fator contribuinte em 41% dos acidentes fatais em 2010 (Haldorsen, 2011). Por velocidade claramente acima do limite quer-se dizer uma velocidade que teria levado o condutor à perda da habilitação em caso de fiscalização. Em vias com limite de 80 km/h, por exemplo, seria uma velocidade de 120 km/h ou mais. Este excesso de velocidade foi um fator contribuinte em 14% dos acidentes fatais em 2010. Para uma comparação, estima-se que cerca de 0,2% do volume de tráfego seja realizado a uma velocidade de 25 km/h acima do limite na Noruega (Elvik, 2010). Assim, parece óbvio que a alta velocidade aumenta significativamente o risco de envolvimento em acidentes fatais.

A maioria dos veículos de passeio e motocicletas pode atingir uma velocidade máxima que ultrapassa de forma significativa o limite de velocidade, podendo geralmente chegar a 150-200 km/h. O limite de velocidade na maioria das rodovias da Noruega é de 100 km/h.

A finalidade do limitador de velocidade é evitar este tipo de velocidade abusiva nas vias públicas e, assim, ajudar a reduzir o número de acidentes que ocorrem a esta velocidade claramente acima do limite.

Descrição da medida

Uma possível medida para evitar a condução sob uma velocidade explicitamente acima do limite é o limitador de velocidade. O limitador de velocidade é um dispositivo técnico que faz com que seja impossível ultrapassar uma velocidade máxima preestipulada. O limitador de velocidade máxima é atualmente obrigatório em ciclomotores e veículos pesados (veículos com massa bruta superior a 3,5 toneladas). Para ciclomotores, a velocidade máxima permitida é de 45 km/h; para veículos pesados, é de 90 km/h, e outros veículos não têm limitadores de velocidade máxima.

Para os veículos que não estão sujeitos a limites específicos de velocidade (como ciclomotores, tratores, veículos pesados), o limitador de velocidade máxima é definido acima do limite mais alto. Na Noruega, o limite de velocidade é de 100 km/h. Um limitador de velocidade máxima, por conseguinte, provavelmente não pode ser fixado a uma velocidade inferior a cerca de 110 km/h.

É comum que a injeção de combustível para o motor seja controlada eletronicamente. Um limitador de velocidade máxima pode, portanto, ser ligado de forma eletrônica ao velocímetro e limitar o fornecimento de combustível, de modo que não será possível atingir uma velocidade mais elevada que aquela estipulada no limitador. Um limitador de velocidade máxima em 110 km/h, por exemplo, não vai impedir que se ultrapassem limites de velocidade inferiores a 100 km/h e vai tolerar pequenas violações do limite de velocidade de 100 km/h.

Muitos automóveis atualmente vêm equipados com controle de cruzeiro. O controle de cruzeiro faz com que seja possível definir uma velocidade específica para que o veículo a mantenha constante. Um controle de cruzeiro não é um limitador de velocidade máxima e pode, a qualquer momento, ser desligado ao se acionar o acelerador.

Impacto sobre os acidentes

Não foram encontradas pesquisas mais recentes sobre o impacto nos acidentes do limitador de velocidade máxima. Uma pesquisa norueguesa mais antiga sugere que o limitador de velocidade máxima tem impactos positivos na segurança (Fosser e Christensen, 1992). O estudo comparou o risco de acidente para ciclomotores modificados e não modificados (“tunados”). O “tuning” em ciclomotores possibilita uma velocidade máxima maior. Os resultados mostram que ciclomotores modificados apresentam um risco de acidentes com vítimas 1,48 (1,10; 2,01) vez maior que os ciclomotores não modificados e risco de acidentes com danos materiais 1,18 (1,03; 1,37) vez maior. A partir desses índices de risco, combinados a dados sobre quilometragem de ciclomotores modificados e não modificados, pode-se calcular que, se nenhum ciclomotor tivesse sido modificado, o índice de risco de acidentes com vítimas diminuiria em aproximadamente 25% (-59%; -6%) e o de acidentes com danos materiais, em cerca de 11% (-23%; -2%).

Outros estudos mais antigos em que se comparou o risco de acidente envolvendo automóveis equipados com limitadores de diferentes velocidades máximas sugerem que os automóveis em velocidade maior estão mais frequentemente envolvidos em acidentes em comparação àqueles com velocidade máxima mais baixa (Elvik, Mysen e Vaa, 1997). Na maioria destas pesquisas houve, entretanto, um baixo grau de controle das características dos condutores. Não se pode excluir, por exemplo, a possibilidade de que automóveis mais rápidos sejam atraentes para condutores que apresentam maior risco de acidentes do que outros.

Um limitador de velocidade máxima, por exemplo, em 110 km/h, tem pouco impacto nos acidentes quando os limites de velocidade são de 70 km/h, pois o condutor ainda será capaz de violar um limite de velocidade de 70 km/h em até 40 km/h. Por conseguinte, pode-se supor que um limitador de velocidade máxima só terá impacto nos acidentes que ocorrem entre os limites de velocidade de 80, 90 e 100 km/h. Em média, para estas velocidades para os anos de 2009 e 2010, houve 122 mortes, 343 feridos graves e 2.721 feridos leves.

Nos estudos aprofundados sobre acidentes de trânsito fatais para o ano de 2010 não está claramente indicado se o excesso de velocidade (acima do limite) ocorre com maior frequência em alguns limites de velocidade do que em outros. A contribuição da velocidade acima do limite em mortes é estimada em 14%. No que se segue, presume-se que esta taxa seja a mesma em todos os limites de velocidade. Uma velocidade comprovadamente acima do limite é definida como 120 km/h em um limite de 80 km/h, 130 km/h em um limite de 90 km/h e 140 km/h em um limite de 100 km/h.

Dessa forma, um limitador de velocidade máxima em 110 km/h reduzirá os acidentes que ocorrem a uma velocidade bem acima de 110-120 km/h, quando o limite de velocidade é de 80 km/h. Num limite de velocidade de 90 km/h, a velocidade será reduzida de 130 para 110 km/h. Num limite de velocidade de 100 km/h, será reduzida de 140 para 110 km/h. Estima-se que os impactos destas reduções de velocidade possam resultar em uma diminuição no número de mortes em 8 por ano (de 210 mortes), uma diminuição no número de feridos graves em 16 por ano (de 755 feridos graves) e uma diminuição no número de feridos leves em 77 por ano (de 8.105 feridos leves).

Estes impactos são muito mais modestos que os estimados como resultado de se equipar todos os

veículos com sistema de adaptação inteligente de velocidade.

É pouco provável que a Noruega seja capaz de impor unilateralmente um pedido de um limite de velocidade máxima em 110 km/h. É incerto se qualquer limite de velocidade máxima seria aceito pelos órgãos internacionais. A única possibilidade aceita pelos órgãos internacionais de obter uma determinação de um limitador de velocidade máxima seria configurá-lo em uma velocidade tão alta que estaria acima dos limites de velocidade das rodovias com os limites mais altos da Europa. A maioria das rodovias expressas alemãs tem limite de velocidade muito mais elevado, tendo uma velocidade recomendada de 130 km/h. A velocidade mais baixa de qualquer limitador de velocidade máxima seria, portanto, fixada em provavelmente 140 km/h. Nesse caso, o limitador muito provavelmente teria um impacto mínimo na segurança viária na Noruega.

Impacto na mobilidade

Um limitador de velocidade máxima fixado em 110 km/h teria um pequeno impacto na mobilidade. Considera-se que cerca de 1,2% do volume de tráfego nas rodovias com várias faixas e com limite de velocidade de 90 km/h seja realizado a uma velocidade de 110 km/h ou mais. Cerca de 6,7% do volume de tráfego nas rodovias com limites de velocidade de 100 km/h são realizados a uma velocidade de 110 km/h ou mais. Para todas as vias consideradas em conjunto, cerca de 0,5% do volume de tráfego na Noruega é realizado a uma velocidade de 100 km/h ou mais. Um limitador de velocidade máxima teria, portanto, impacto mínimo sobre a velocidade média do tráfego.

Há de se lembrar que a velocidade de 110 km/h em rodovias com limite de velocidade de 90 km/h ou 100 km/h é ilegal e, conseqüentemente, a isso não pode ser atribuído qualquer benefício social em uma análise de custo-benefício. As infrações não representam nenhum benefício social (Elvik, 2006).

Impacto no meio ambiente

Em velocidades muito altas, aumentam-se o consumo de combustível, o ruído e as emissões. Um limitador de velocidade máxima pode limitar estes impactos, mas só terá um efeito marginal sobre os problemas de ruídos e emissões provenientes do

tráfego viário, uma vez que apenas 0,5% dele é realizado em velocidade tão alta e passível de ser afetada por um limitador de velocidade máxima.

Custos

Não foram encontrados números relativos aos custos do limitador de velocidade máxima, que é mais simples que um adaptador inteligente de velocidade e muito provavelmente custaria menos. Na análise de custo-benefício a seguir, foi usado como exemplo um custo de NOK 1.000 por carro.

Avaliações de custo-benefício

Com base nos impactos descritos acima, os benefícios do limitador de velocidade máxima foram estimados em NOK 3,642 bilhões sob a forma dos custos de acidentes evitados. Se todos os automóveis e motocicletas na Noruega fossem equipados com o limitador (exceto os veículos pesados, que já o têm), isso custaria cerca de NOK 3 bilhões. Portanto, pode parecer que os benefícios de um limitador de velocidade máxima sejam maiores do que os custos, mas há uma incerteza considerável quanto ao cálculo dos impactos na segurança viária. No entanto, isso se aplica ao pressuposto de que a velocidade máxima seria definida em 110 km/h. A introdução do limitador de velocidade máxima provavelmente não seria permitida (ver o tópico Impacto sobre os acidentes). E é com base nisso que não é considerado interessante prosseguir com os cálculos de custo-benefício das várias opções para a introdução do limitador de velocidade máxima para diferentes públicos, como os condutores jovens, motoristas profissionais ou condutores condenados por excesso de velocidade.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As novas disposições sobre veículos na Noruega surgem principalmente como resultado da cooperação técnica automobilística internacional. É difícil para a Noruega exigir requisitos que difiram muito dos que se aplicam nos países que produzem os automóveis. A iniciativa para a regulamentação norueguesa sobre o limitador de velocidade máxima deve ser tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Requisitos e procedimentos formais

Atualmente o limitador de velocidade é obrigatório para ciclomotores e veículos com massa bruta superior a 3,5 toneladas. Para ciclomotores, a velocidade máxima é de 45 km/h. Para veículos pesados, é de 90 km/h. Outros veículos não têm limitadores de velocidade máxima.

Responsabilidade pela execução da medida

As novas exigências para veículos raramente são retroativas, ou seja, que devem ser aplicadas a toda a frota. Os requisitos para veículos novos, a partir de uma determinada data, são voltados principalmente para importadores de automóveis. É por isso que são eles os responsáveis por garantir que as disposições sejam cumpridas. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é a autoridade controladora que supervisiona os regulamentos técnicos dos veículos.

4.34 ADAPTAÇÃO INTELIGENTE DE VELOCIDADE (ISA)

O capítulo foi escrito em 2012 por Rune Elvik (TØI)

Problema e finalidades

O excesso de velocidade é um dos principais problemas de segurança de trânsito em todos os países altamente motorizados. O problema existe há tempos, e as medidas tradicionais para garantir uma melhor conformidade com os limites de velocidade não foram suficientes para resolvê-lo. Na Noruega, quase 50% do tráfego é realizado acima do limite de velocidade (Elvik, 2010A). Nos últimos anos tem-se visto uma tendência para velocidades mais baixas. No entanto, o excesso de velocidade ainda contribui de forma significativa para acidentes e lesões no trânsito. A contribuição do excesso de velocidade pode ser expressa em termos da contribuição do risco (risco atribuível) que o excesso de velocidade representa. A contribuição de risco mostra o quanto o número de feridos ou de mortos no trânsito poderia ser reduzido se os limites de velocidade fossem cumpridos em 100%. A tabela 4.34.1 mostra um novo cálculo da contribuição de risco do excesso de velocidade (Elvik, 2012).

Os índices na tabela 4.34.1 mostram o quanto o número de feridos ou mortos pode ser reduzido, elimi-

TABELA 4.34.1: CONTRIBUIÇÕES DE RISCO DE EXCESSO DE VELOCIDADE NA NORUEGA EM TRÊS MOMENTOS DIFERENTES.

Grau de lesão	Período de contribuição de risco de excesso de velocidade a que o cálculo se aplica		
	1980-84	2004-06	2009-10
Mortos	0,257	0,239	0,195
Ferimentos graves	0,184	0,173	0,134
Ferimentos leves	0,098	0,093	0,069

nando-se o excesso de velocidade. As novas estimativas (construídas a partir dos dados de 2009-2010) mostram que, com 100% de observância dos limites de velocidade, o número de mortos pode ser reduzido em 19,5%; o de gravemente feridos, em 13,4%, e o de levemente feridos, em 6,9%. Com base nos valores médios para os anos de 2009 e 2010 (210 mortos, 755 gravemente feridos e 8.105 levemente feridos), isso corresponde a uma diminuição ao ano de 41 no número de mortos, de 101 no número de gravemente feridos e de 563 no número de levemente feridos. A contribuição do risco de excesso de velocidade tem diminuído ao longo do tempo. Neste cálculo, 100% de observância dos limites de velocidade é definida como um tráfego onde 97,7% (média mais dois desvios padrão da distribuição de velocidade) mantêm velocidade igual ou inferior ao limite, enquanto 2,3% conduzem cerca de 10% acima do limite de velocidade. Esta definição foi escolhida, pois as imprecisões nos medidores de velocidade e sistemas de adaptação inteligente da velocidade (ISA) mais a possibilidade de alguém manipular o sistema tornam pouco realista a suposição de que absolutamente todos manterão uma velocidade que é igual ou inferior ao limite. Os cálculos também assumem que aqueles que atualmente mantêm uma velocidade aproximada de cerca de 3 a 5 km/h abaixo do limite não mudarão de velocidade, caso sejam introduzidas medidas com a finalidade de garantir 100% de cumprimento dos limites de velocidade. Os cálculos pressupõem que a velocidade é normalmente distribuída.

As medidas atualmente utilizadas para garantir o respeito pelos limites de velocidade são as medidas de controles automáticos, controles efetuados por policiais uniformizados ou civis e medidas físicas nas vias, especialmente lombadas em vias residenciais. Nenhuma destas medidas pode ser usada de forma contínua e em toda a rede viária. A capacidade policial é limitada. O controle automático de tráfego não é adequado em todas as vias. O custo do controle automático faz a medida ser mais adequa-

da em vias mais movimentadas. Deve, portanto, ser considerado irrealista que as medidas tradicionais para garantir a conformidade com os limites de velocidade possam algum dia atingir que 100% deles sejam cumpridos.

O sistema de adaptação inteligente da velocidade (ISA, *Intelligent Speed Adaptation*) é uma medida técnica veicular que tem a finalidade de alertar o condutor sobre o limite de velocidade atual e dificultar ou tornar impossível que o condutor dirija acima dele.

Descrição da medida

O sistema de adaptação inteligente da velocidade (ISA) está disponível em três variedades principais (Almqvist, 2006; Lai, Carsten e Tate, 2011):

1. ISA alarme/informativo: o sistema significa que o condutor é notificado sobre o limite de velocidade e sobre qualquer violação de velocidade. Isso pode ser feito por meio de sinais visuais e/ou sonoros ou por um leitor de voz que pode dizer algo como: "Você está dirigindo muito rápido; diminua a velocidade";
2. ISA de controle manual: ocorre uma contrapressão no acelerador quando se tenta conduzir mais rápido que o limite de velocidade. O condutor pode anular o efeito do ISA, pisando mais fundo no pedal do acelerador. Isso requer uma pisada pelo menos 5 vezes mais forte no acelerador que o normal;
3. ISA compulsório: o fornecimento de combustível para o motor é controlado eletronicamente e é bloqueado caso se tente dirigir mais rápido que o limite de velocidade. O bloqueio da alimentação não faz com que o motor pare, mas impede que seja alimentado com uma maior quantidade de combustível, necessária para aumentar a velocidade. O condutor não pode anular um sistema deste tipo.

Todos estes sistemas são baseados na possibilidade de determinação da posição do veículo usando-se um GPS (*Global Positioning System*) e as informações sobre o limite de velocidade armazenadas em mapas digitais, que são eletronicamente integrados nos instrumentos de veículos, no pedal do acelerador e de regulação do abastecimento de combustível. Na pesquisa relativamente adiantada sobre ISA (Karsten e Tate, 2005), uma quarta variedade possível do ISA também foi mencionada. Há um

ISA integrante e compulsório que, além de estar ligado ao limite de velocidade, também é ligado a instrumentos que registravam atrito e visibilidade e, por conseguinte, ele é capaz de adaptar a velocidade às condições da via e de visibilidade. Em estudos recentes, esta forma de ISA não é mencionada. A apresentação se limita, portanto, às três formas de ISA mencionadas acima.

O ISA é um sistema que está ligado ao limite de velocidade. Ele não é o mesmo que um limitador de velocidade máxima. Um limitador de velocidade máxima torna impossível ir mais rápido que uma determinada velocidade preestabelecida, como, por exemplo, 90 km/h para veículos pesados ou 45 km/h para os ciclomotores. Um limitador não impede as violações de limites mais baixos de velocidade, que estão abaixo daquele estipulado em sua trava.

Foi realizada uma série de pesquisas de campo com o sistema ISA em muitos países europeus e na Austrália. Nestes experimentos, os carros foram equipados com ISA e conduzidos no tráfego normal. As alterações na velocidade e no excesso de velocidade foram gravadas. As experiências mostram que a tecnologia funciona adequadamente. O sistema ISA pode ser instalado em carros mais antigos. O ISA hoje em dia não está disponível como item de série nos veículos e praticamente não há nenhum automóvel equipado com ele.

Impacto sobre os acidentes

Na maioria dos experimentos de campo com o ISA, há apenas impactos sobre a velocidade medida, mas não sobre os acidentes. A única pesquisa que apresenta mudanças no número de acidentes é um estudo realizado em Lund (Varhelyi et al., 2004). De acordo com ele, o número de acidentes autorrelatados por condutores por ano baixou 49%, levando-se em conta que é a variação do número de acidentes em um grupo controle. Este valor provavelmente não oferece uma estimativa correta sobre o impacto do sistema ISA. Os condutores de veículos equipados com o sistema ISA relataram muito mais acidentes por condutores por ano no período anterior do que os condutores sem ISA. A redução das taxas de acidentes entre os condutores com ISA é, portanto, provavelmente em parte resultado da regressão à média. Assumindo-se que 85% da variação no número de acidentes entre os condutores é aleatória, a diminuição esperada de acidentes é de 9%.

Na mesma pesquisa, o número oficial de acidentes relatados à polícia por condutor por ano foi 0,0027 (antes) e 0,0092 (depois) para condutores com ISA e 0,0042 (antes) e 0,0046 (depois) para condutores sem ISA. Estes números sugerem que o uso da ISA está associado a um aumento no número de acidentes. Mas os condutores com ISA tiveram uma taxa de acidentes mais baixa no período anterior (0,0027) que os condutores sem ISA (0,0042); então neste caso parte do aumento no número de acidentes se deve à regressão a partir de um número anormalmente baixo de acidentes.

A conclusão é que é difícil dizer algo em relação aos impactos sobre os acidentes com base nos experimentos feitos com o ISA. Estes experimentos tiveram um alcance muito limitado para que o número de acidentes fornecesse uma base estatisticamente significativa para a estimativa dos impactos. Os impactos esperados do sistema ISA sobre os acidentes podem ser mais bem estimados, tomando-se como ponto de partida a velocidade no momento e com base nas relações conhecidas entre velocidade e número de acidentes (Elvik, 2011A).

Com base nas informações sobre as alterações na velocidade, em Lund (Varhelyi et al., 2004) os impactos esperados no número de acidentes com lesões podem ser calculados com uma diminuição entre 0 e 12% para diferentes limites de velocidade. O sistema ISA não teve impacto na velocidade que estava claramente abaixo do limite, como nas ruas centrais da cidade de Lund.

Se todos os veículos estivessem equipados com o sistema ISA, poder-se-ia, em princípio, obter uma diminuição no número de feridos ou mortos no trânsito próxima dos números apresentados na tabela 4.34.1.

Impactos no comportamento de condução: Possíveis adaptações comportamentais com o uso do ISA foram pouco estudadas. Almqvist (2006) afirmou que a interação entre condutores e outros usuários da via são melhores (melhores observâncias da preferencial e menos conflitos, por exemplo) quando o veículo é equipado com o sistema ISA do que quando não possui o sistema. Os condutores que antes eram negativos em relação ao ISA tornaram-se mais positivos depois de experimentá-lo.

Wallén Warner e Åberg (2008) examinaram os efeitos a longo prazo do sistema ISA/alarme informativo em Borlänge. Eles descobriram que o efeito di-

minuiu ao longo do tempo. O excesso de velocidade diminuiu significativamente no primeiro ano, mas aumentou no segundo e no terceiro quase ao nível de antes de o sistema ISA ser adotado.

Um experimento em que 20 condutores dirigiram aproximadamente 50 km com o veículo equipado com o sistema ISA em tráfego real mostrou que o comportamento de condução foi mais “caótico” com o ISA (a linha divisória de faixa central foi cruzada com maior frequência, houve muitas frenagens bruscas para evitar atravessar um farol vermelho), mas houve menos mudança de pista e melhor cumprimento da preferencial de pedestres (Adell et al., 2011). Os condutores relataram que sentiram que a velocidade foi menor. Além disso, os condutores disseram que foi mais cansativo conduzir o veículo com o sistema ISA do que sem, que experimentaram mais frustração e que o prazer de dirigir diminuiu. A redução, na possibilidade de levar multa por velocidade, foi indicada como o principal impacto favorável do ISA.

Em um estudo de simulação, Young et al. (2010) não encontraram nenhum impacto do ISA na distância do veículo à frente ou no tempo de reação. Jameson, Chorlton e Carsten (2011) analisaram a forma como o ISA afeta o comportamento de ultrapassagem em um simulador de direção. Com o sistema ISA de controle manual, o número de tentativas de ultrapassagem diminuiu de 117, quando o sistema estava desligado, para 114, quando o sistema estava ligado. Com o sistema ISA compulsório, o número de tentativas de ultrapassagem reduziu de 120, quando o sistema estava desligado, para 78, quando o sistema estava ligado. As ultrapassagens que foram realizadas com o ISA levaram mais tempo do que sem ele, e a margem de segurança diminuiu nas ultrapassagens.

Estes resultados são um tanto fragmentários e não totalmente consistentes. Há indícios, por exemplo, de tanto de que os condutores acham mais cansativo conduzir o veículo equipado com ISA do que sem (Adell, 2009) quanto de que a condução não é percebida como mais cansativa (Adell et al., 2011). Quaisquer alterações no tempo de reação parecem ser pequenas, mas nada sugere que o ISA tenha efeito hipnótico e induza o aumento do tempo de reação por parte do condutor. O ISA pode fazer com que as ultrapassagens sejam realizadas com menor frequência. Contudo, os estudos não indicam que a adaptação comportamental gerada pelo ISA seja de tal natureza e intensidade que poderiam compen-

sar seus efeitos favoráveis sobre a velocidade. Por conseguinte, pode-se supor que os impactos do ISA nos acidentes sejam transferidos para os impactos na velocidade e que os impactos nos outros fatores de risco sejam pequenos, e poucos provavelmente cancelariam o impacto favorável na velocidade.

Atitudes dos condutores: Foi feita uma série de estudos sobre as atitudes dos condutores com o uso de veículo equipado com ISA. A mais relevante para as condições norueguesas foi a pesquisa periódica sobre “O conhecimento dos usuários das vias sobre a atitude em relação à segurança viária”. Esta pesquisa, que foi realizada pela primeira vez em 1998, inclui um conjunto de pesquisas da Agência Nacional de Administração de Vias Pública da Noruega sobre as condições de tráfego nas vias. Os resultados mostram que em média nos anos 1998 a 2011 65% discordavam, parcial ou totalmente, da afirmação: “Deve haver um dispositivo nos veículos que torne desconfortável dirigir mais rápido do que o limite de velocidade”. Dos respondentes, 32% concordaram completa ou parcialmente enquanto 3% não souberam responder. Os condutores foram convidados a tomar uma posição sobre uma afirmação formulada quanto a uma descrição que poderia ser interpretada aproximadamente como sendo a de um ISA de controle manual. Há uma diferença notável entre a Noruega e a Suécia quando se trata de atitudes em relação ao ISA. Na Suécia, 55% dos usuários disseram em 2010 que concordavam com a afirmação: “Todos os carros devem ter um apoio técnico para que o condutor possa manter mais facilmente o limite de velocidade” (Trafikverket, 2010).

Há uma interação entre atitudes e comportamentos. Muitos dos que inicialmente foram negativos a uma ajuda técnica que os auxiliaria a cumprir o limite de velocidade tiveram uma visão mais positiva em relação a esse dispositivo depois de tê-lo experimentado. Na Suécia, foram estudados o entendimento e a atitude dos condutores em relação ao ISA, depois de utilizá-lo por um longo período (entre seis meses e um ano) (Adell e Varhelyi, 2008). Entre os condutores que anteriormente foram positivos quanto ao ISA, 86% responderam que apoiavam a ideia da proposta de um acelerador ativo (ISA de controle manual) depois de tê-lo experimentado. Entre os condutores que previamente foram negativos, 59% responderam que apoiavam a ideia de um pedal de acelerador ativo depois de tê-lo experimentado. Apenas 14% continuaram negativos. Assim, não se pode excluir que a experiência com o ISA muda a atitude para com o sistema.

Um problema que pode ocorrer, se o ISA for oferecido como item opcional nos veículos, é se aqueles que seriam os mais beneficiados por esta medida comprariam o sistema ou se apenas os condutores mais cautelosos e que raramente desrespeitam o limite de velocidade procurariam pelo sistema. Um estudo realizado em Leeds (Jameson, 2006) tentou descobrir isso. A análise foi realizada com simulador e em tráfego real. Os condutores dirigiram com o ISA com controle manual, isto é, um sistema que poderiam desligar. Foi registrada a frequência em que os condutores o mantinham ligado. A pesquisa mostrou que os condutores que disseram que gostavam de dirigir rápido e quebrar os limites de velocidade escolheram usar o ISA com menos frequência que os condutores que declararam ser importante cumprir os limites de velocidade. A conclusão foi que aqueles que precisam mais do ISA eram os menos propensos a utilizá-lo.

Impacto na mobilidade

Os possíveis impactos na mobilidade dos diferentes sistemas ISA na frota foram estimados na cidade de Leeds, com um programa de simulação de tráfego (Liu e Tate, 2004). Liu e Tate descobriram que, se todos os veículos estivessem equipados com o sistema ISA, o tempo de viagem na hora de pico aumentaria em 2,6%. O tempo de viagem fora da hora de pico aumentaria em 6,4%. Durante todo o dia, como um todo, o aumento do tempo de viagem foi estimado em 4,1%. Foi pressuposto que os veículos tinham o sistema ISA compulsório.

Um cálculo total do tempo de viagem em vias públicas na Noruega, com a observância atual dos limites de velocidade e com 100% de adesão aos mesmos, mostrou um aumento geral do tempo de viagem em cerca de 5,6%. A velocidade média de tráfego é convertida para o tempo de viagem por quilômetro e somada ao tempo de viagem atual e com 100% de adesão aos limites de velocidade calculados.

Impacto no meio ambiente

As emissões de consumo de combustível e ruído estão relacionadas à velocidade. Os cálculos de modelo realizados para a cidade de Leeds (Liu e Tate, 2004) mostram que, se 100% dos veículos estivessem equipados com o sistema ISA, poder-se-ia esperar uma redução no consumo de combustível de um pouco mais de 8%. As emissões do gás de efeito

estufa CO₂ diminuiriam proporcionalmente. Os cálculos indicaram, ainda, uma diminuição de 2% nas emissões de CO. As emissões de NO_x, de acordo com estes cálculos, não mudaram. Para emissões de HC, encontrou-se um aumento insignificante nas emissões (estatisticamente não significativo) de 1%.

Os cálculos correspondentes para Lund (Varhelyi et al., 2004) mostraram uma diminuição de 11% nas emissões de CO, de 7% nas emissões de NO_x e de 8% nas emissões de HC.

No mais, estes cálculos indicam que o sistema ISA pode levar a uma pequena redução nas emissões. Em velocidades muito baixas (abaixo de cerca de 30 km/h), as emissões de gases aumentam. O percentual de tráfego realizado com baixa velocidade, no entanto, é pequeno, e é improvável que seja afetado pelo sistema ISA, uma vez que está relacionado a engarrafamentos nas cidades, onde o movimento de qualquer maneira é muito abaixo do limite de velocidade. Não foram encontradas pesquisas em que foram calculados os impactos no ruído. O ruído aumenta com o aumento da velocidade; pode-se esperar, portanto, certa redução de ruído com 100% de utilização do sistema ISA.

Custos

Uma análise de custo-benefício britânica (Lai, Karsten e Tate, 2011) é a fonte mais recente do conhecimento a respeito dos custos do sistema ISA. Nela, o custo de instalação do ISA em veículos novos de fábrica foi estimado em GBP 90 por veículo em 2010 para o sistema ISA/alarme, e GBP 200 por veículo em 2010 para o sistema ISA compulsório. Estimou-se que estes custos a partir de 2020 devem diminuir para cerca de GBP 60 (alarme) e GBP 135 por veículo (compulsório). Os custos da montagem do sistema ISA em um veículo mais antigo são de GBP 247 por veículo em 2010 para o sistema ISA/alarme e GBP 357 por veículo em 2010 para o sistema ISA compulsório. Estimou-se que os custos da montagem do sistema ISA em veículos mais antigos aumentam ao longo do tempo.

Os custos da atualização de mapas digitais com limites de velocidade não foram especificados, mas afirmou-se que estes custos são pequenos em comparação com o custo para montar o sistema ISA no veículo.

Em curto prazo, parece mais realista que ocorra o uso voluntário do sistema ISA. Parece pouco provável

que as montadoras ofereçam ISA de série de imediato. Se isso ocorresse, seria razão para se acreditar que os custos são mais baixos do que aqueles utilizados na análise de custo-benefício do próximo tópico. Toma-se, portanto, como base um custo de instalação de GBP 357 por veículo. O valor médio da libra em 2010 foi de NOK 9,34. Convertido a esta taxa o custo seria de NOK 3.334. Em média, o nível dos custos é maior na Noruega do que na Grã-Bretanha. Quando o custo é corrigido equivalendo-se o poder aquisitivo entre Noruega e Grã-Bretanha, ele fica em NOK 5.072, o que se arredonda para NOK 5.000.

Os custos anuais para atualizar os mapas digitais são de NOK 100 por veículo.

Avaliações de custo-benefício

Em uma análise de custo-benefício do sistema ISA, é importante precisar em qual perspectiva a análise é baseada. Pode-se distinguir entre duas perspectivas principais: uma social e outra do condutor. Na perspectiva social, são incluídos os custos dos acidentes evitados em sua totalidade. Na perspectiva do condutor, são incluídos apenas 60% dos custos dos acidentes evitados, porque parte destes custos são externos, visto do ponto de vista do condutor, ou seja, cobertos pelo Estado ou por outros que não o próprio condutor (Elvik, 1994). A perda de tempo devido a não se poder violar o limite de velocidade não está incluída na análise com base na perspectiva social. O ganho de tempo obtido por violar a lei não é considerado nenhum benefício social. No entanto, está incluída uma perda de tempo a uma velocidade quando todos os carros tenham o sistema ISA e provavelmente estarão um pouco abaixo do limite de velocidade. O tempo perdido onde não se pode manter uma velocidade exatamente no limite, mas na prática um pouco abaixo, é estimado como uma extensão do tempo de viagem em cerca de 7% com o uso do ISA. A maior parte desta extensão de viagem deve-se, conseqüentemente, ao fato de que o excesso de velocidade é eliminado, mas não que a velocidade legal seja diminuída. Assume-se que os condutores incluam todo o tempo perdido na avaliação de benefícios e custos do ISA, independentemente de ser impossível que esta perda de tempo com excesso de velocidade ocorra ou se o ISA está acionado para não realizar uma velocidade que seja exatamente igual ao limite.

Pode-se assumir que o ISA reduza os custos operacionais do veículo, principalmente porque estes aumentam com a velocidade acima de aproximada-

mente 70 km/h. Estas economias são incluídas em sua totalidade, tanto na perspectiva social quanto na perspectiva do condutor. Também se pode assumir que o ISA reduza os impactos ambientais associados ao tráfego. Na perspectiva social, inclui-se o benefício ao meio ambiente em sua totalidade. Na perspectiva do condutor, eles não são incluídos de forma alguma, já que os impactos no meio ambiente por se dirigir veículo são considerados externos a partir do ponto de vista do condutor (Elvik, 2010B). Os resultados de uma análise de custo-benefício em que se considera que 100% dos veículos da Noruega tenham ISA são mostrados na tabela 4.34.2. A partir de uma perspectiva social, os benefícios superam os custos. Da perspectiva do condutor, o benefício é negativo. A principal razão para isso é que os condutores perdem a vantagem atualmente alcançada com o excesso de velocidade. Este benefício não está incluído no ponto de vista social, mas considera-se adequado incluí-lo na perspectiva do condutor, uma vez que se deve presumir que os condutores violam o limite de velocidade, pois acreditam tirar algum tipo de proveito disso. Neste contexto, é irrelevante se este benefício é chamado de ganho de tempo, aumento do prazer de condução, melhor aproveitamento da potência do motor do veículo ou de qualquer outra coisa. O benefício é avaliado com base na valorização do tempo de viagem dos usuários.

Com a implantação do sistema ISA em 100% dos veículos na Noruega, poder-se-ia esperar, calculando-se a partir de valores médios para os anos de 2009 e 2010, uma diminuição no número de mortes em 40, de 98 para os gravemente feridos e de 527 para os levemente feridos.

Interação entre ISA e medidas no Plano de Transporte Nacional 2014-2023: Como parte do trabalho com o Plano de Transporte Nacional entre 2014 e 2023, o TØI calculou as taxas da diminuição no número de feridos ou mortos que pode ser alcançada até 2024 com medidas diferentes, ou caso diferentes metas potenciais sejam atingidas (Elvik, 2011B). Uma das finalidades incluídas nos cálculos foi a melhor aderência aos limites de velocidade. Se isso for alcançado, o impacto potencial do ISA será reduzido. Os cálculos foram revistos no início de 2012. Se todas as metas potenciais no NTP forem atingidas, o número esperado de mortos e gravemente feridos em 2024 será de 645 pessoas. Calcula-se que o número de mortos diminuirá mais que o número de gravemente feridos. Calcula-se, também, que o número esperado de mortes em 2024 será de 130; de gravemente feridos, 515 e, de levemente feridos, 6.160.

TABELA 4.34.2: RESULTADOS DA ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO PARA EQUIPAR TODA A FROTA NA NORUEGA COM O SISTEMA ISA.

Componentes do benefício e do custo	Montante em milhões de coroas – valor presente	
	Perspectiva social	Perspectiva do condutor
Custos de acidentes evitados	22.339	13.403 (Incluído com uma taxa de 60%)
Menos atrasos em menos acidentes	128	128
Perda de tempo ao manter a velocidade legal	(não incluído)	-56.713
Perda de tempo ao manter a velocidade abaixo do limite	-4.170	-4.170
Custos operacionais do veículo mais baixos	2.155	2.155
Menos ruído e emissões	2.854	(não incluído)
Total em benefícios	23.305	-45.197
Custos de montagem do ISA	11.629	11.629
Atualização dos mapas digitais	2.955	2.955
Custos totais	14.584	14.584
Valor líquido atual	8.721	-59.781
Razão custo-benefício	1,60	indefinida (negativa)

Isso significa que o ISA terá menos feridos em que operar do que atualmente. Um cálculo baseado no número esperado de mortes ou lesões em 2024 mostra que ter 100% dos veículos equipados com o ISA resultará em 25 mortes a menos, menos 69 feridos graves e 400 ferimentos leves a menos. A razão de custo-benefício é estimada em 1,08, ou seja, a medida ainda é socioeconomicamente rentável, mas menos rentável do que quando se calculam benefícios com base em números de danos atuais. A conclusão é que, caso se consiga reduzir o número de mortos ou gravemente feridos conforme as aspirações do Plano Nacional de Transporte para 2014-2023, o ISA ainda será socioeconomicamente rentável em 2024.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Novas disposições sobre veículos na Noruega surgem principalmente como resultado da cooperação técnica automobilística internacional. É difícil para a Noruega exigir requisitos que difiram muito dos que se aplicam nos países fabricantes de veículos. A iniciativa para as disposições norueguesas quanto à potência do motor dos automóveis deve ser tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Requisitos e procedimentos formais

Não existem requisitos formais para a adaptação inteligente da velocidade.

Responsabilidade pela execução da medida

As novas exigências para veículos raramente são retroativas, no sentido de que devam ser aplicadas a toda a frota. Os requisitos para os carros novos, a partir de uma determinada data, são voltados principalmente para os fabricantes de automóveis. É por isso que são eles que são responsáveis por garantir que essas disposições sejam cumpridas. A Agência Nacional de Administração de Vias Pública da Noruega é a autoridade que supervisiona os regulamentos técnicos de veículos.

4.35 VEÍCULOS ELÉTRICOS (VE)

O capítulo foi escrito em 2015 por Alena Høye e Erik Figenbaum (TØI)

Veículos com motores elétricos (VE), ao invés de motor de combustão interna, reduzem o consumo e a dependência dos combustíveis fósseis e as emissões de CO₂. Os veículos elétricos mais vendidos que estão no mercado hoje são semelhantes aos veículos de pequeno e médio porte com motor de combustão interna, em termos de segurança passiva e ativa e também de peso. Os VEs são silenciosos a baixa velocidade, o que pode causar um aumento do risco para pedestres e ciclistas. As baterias em VEs poderiam potencialmente causar um risco de incêndio, tanto decorrente de acidentes quanto durante seu carregamento, mas eles têm diferentes sistemas de segurança que lidam com esta questão.

Problema e finalidades

Ao contrário dos veículos com motor de combustão interna, os VEs têm motor elétrico. Nos últimos anos, a disponibilidade de vários modelos e o incentivo têm levado a um grande aumento nas vendas dos veículos elétricos na Noruega. O objetivo dos VEs é principalmente reduzir o consumo e a dependência de combustíveis fósseis e reduzir as emissões de CO₂.

Descrição da medida

A maioria dos VEs atuais são veículos de passeio nas categorias de menores dimensões e com praticamente as mesmas características de outros veículos de mesmo tamanho, com a exceção de uma autonomia reduzida e um maior tempo dispendido para o carregamento da energia de suas baterias. Os VEs geralmente têm baterias de íon-lítio que podem ser carregadas a partir de uma tomada de parede padrão ou em uma estação de carregamento rápido. Na Noruega há uma variedade de incentivos para impulsionar as vendas dos carros elétricos, incluindo isenções fiscais, estacionamento gratuito e a possibilidade de utilizar corredores de ônibus (Figenbaum & Kolbenstvedt, 2013; Figenbaum et al., 2014).

Impacto sobre os acidentes

Não foi encontrado nenhum estudo que comparasse o risco de acidentes ou ferimentos entre os VEs e outros veículos. Por outro lado, a seguir apresenta-se um resumo sobre os que as características dos VEs representam para a segurança viária:

Segurança passiva: há uma série de testes de veículos elétricos no programa de testes da Euro NCAP. Entre os VEs mais vendidos na Noruega, todos os três modelos que foram testados em 2011 receberam quatro estrelas (Citroen C-Zero, Peugeot ION e Mitsubishi MiEV) e os três modelos testados entre 2012 e 2014 receberam cinco estrelas (Nissan Leaf, em 2012; Renault ZOE, em 2013, e Tesla S, em 2014). A maioria dos outros veículos elétricos recentes também recebeu cinco estrelas (euroncap.com). Portanto, os VEs em geral não têm segurança passiva pior que a de outros veículos. Entre os modelos de VEs mais vendidos hoje, todos têm airbags frontais e laterais e alerta de cinto de segurança.

Segurança ativa: entre os modelos de VEs mais vendidos hoje, todos têm controle eletrônico de estabilidade, vários possuem freio automático de emergência e, alguns modelos também têm alerta de transposição involuntária de faixa, alerta de limite de velocidade e sistema de detecção de pedestres.

Peso: os VEs anteriores eram muito pequenos e leves, o que oferece pouca proteção aos passageiros. Os VEs que estão no mercado hoje não são mais tão leves; a maioria pesa mais de 1.100 kg e existem vários modelos que pesam acima de 1.500 kg.

Usuários vulneráveis: os VEs são mais silenciosos que os outros veículos, especialmente a baixas velocidades (inferiores a 20 km/h) e podem, assim, ser um risco para pedestres e ciclistas e especialmente para pessoas com visão reduzida (Verheijen e Jabber, 2010). Altinsoy (2013) mostrou que os pedestres levam muito mais tempo para ouvir os VEs do que os outros veículos. Um estudo (Hanna, 2009) encontrou maior risco de envolvimento em acidentes com pedestres ou ciclistas em situações em que o veículo está em baixa velocidade para veículos híbridos silenciosos que para os outros veículos. Este estudo não realizou controle de quilometragem e de quanto da quilometragem é realizada em áreas urbanas. Segundo Sandberg et al. (2010), motores mais silenciosos não são problema apenas em VEs. Hoje muitos outros veículos também são bem silenciosos e muitas vezes é difícil ou impossível ouvir a diferença entre os VEs e outros veículos no trânsito. Há tentativas de se aumentar o nível de ruído ou emitir avisos sonoros para evitar colisões com pedestres ou ciclistas (Pariza et al., 2013). Também está sendo elaborado um comando sonoro para condução a baixa velocidade e ele será introduzido na União Europeia.

Segurança contra incêndio: as baterias de íon-lítio em VEs poderiam potencialmente gerar um risco de incêndio em certas situações (superaquecimento, curto-circuito, sobrecarga; Wu et al., 2013). No entanto, os VEs são equipados com interruptores que desconectam a bateria em caso de acidente. Em testes de colisão até agora não há relatos de ocorrência em que a bateria ou o carro pegaram fogo (euroncap.com). Uma diferença para com os outros veículos é que o risco de incêndio, curto-circuito e problemas do gênero também estão presentes quando o veículo está sendo carregado em casa, na garagem. O carregamento normalmente se dá sem vigilância, enquanto que o reabastecimento de veículos normais só é possível com a presença do con-

dutor. Os sistemas de segurança do veículo elétrico e o carregador devem lidar com esta questão pelo monitoramento do processo de carregamento, da temperatura da bateria e de se o aterramento entre o veículo e a rede de energia está presente. Se ocorrer um erro, o carregador é automaticamente desligado.

Impacto na mobilidade

Os VEs têm autonomia menor que a de outros veículos. Atualmente a maioria deles tem autonomia de cerca de 80-150 km, dependendo dos padrões de condução e da estação do ano; alguns modelos têm autonomia de até 400 km. O carregamento de um veículo elétrico leva normalmente cerca de 9 horas e o carregamento rápido demora cerca de 30 minutos para carregar 80% do total da carga. Há um número crescente de estações de carregamento rápido em grandes cidades e, até certo ponto, também nas rodovias entre elas. No total, são cerca de 130 pontos de carga rápida na Noruega (Figenbaum & Kolbenstvedt, 2013).

Um estudo entre os proprietários de veículos elétricos na Noruega em 2014 mostrou que há mais pessoas utilizando mais o veículo e com menor frequência se deslocando a pé, de bicicleta ou em transportes públicos depois de terem adquirido um veículo elétrico (do que o inverso; Figenbaum et al., 2014). Um número crescente de veículos elétricos pode reforçar os problemas de tráfego existentes e, assim, reduzir a mobilidade, especialmente nas áreas urbanas, onde há mais altos índices de VEs. Os VEs também podem reduzir a mobilidade do transporte público na faixa de ônibus, já que podem utilizá-la.

Impacto no meio ambiente

Os VEs produzem menos ruído que outros automóveis, especialmente a baixas velocidades. Acima de aproximadamente 30-50 km/h, os VEs produzem praticamente o mesmo nível de ruído que os outros veículos (Verheijen e Jabber, 2010, Hagman & Kolbenstvedt, 2013).

Os veículos elétricos não têm emissões e, portanto, não poluem o ar local.

Outros impactos no meio ambiente dependem de como a eletricidade é produzida. A produção de energia é parte da quota do mercado da União Europeia para gases de efeito estufa. Há um limite para

os créditos e, isso significa que há um limite para a quantidade de emissões. Se o consumo de energia aumentar pela substituição de outros automóveis por VEs, a energia deverá ser renovável ou deverá ser implementada uma medida limitando algum outro segmento dos setores que estão sujeitos a créditos de carbono na quantidade correspondente ao aumento das emissões pela energia que os veículos usam. O impacto líquido é que os veículos elétricos não dão origem ao aumento das emissões provenientes da produção de eletricidade. Além disso, os veículos elétricos têm melhor eficiência para a propulsão, ou seja, usam menos energia que os veículos com motores de combustão.

As baterias devem primeiro ser produzidas; em seguida, usadas nos veículos elétricos e opcionalmente usadas em outros setores (como, por exemplo, uma fonte de alimentação de emergência), antes de serem recicladas ou de se tornarem de outra forma em materiais recicláveis.

Se os incentivos para VEs fizerem com que a maioria dos usuários utilizem veículos elétricos em vez de utilizar a bicicleta ou o transporte público, a longo prazo isso implicará em engarrafamentos e problemas de trânsito. Isso deve ser pesado contra o desenvolvimento tecnológico iniciado como consequência do uso realmente crescente de VEs.

Os impactos no meio ambiente são descritos de forma mais detalhada no catálogo de medidas no site tiltakskatalog.no (Hagman & Kolbenstvedt, 2013).

Custos

Os VEs são significativamente mais caros de produzir que os veículos convencionais. Na categoria de veículos pequenos, o custo adicional em comparação com um veículo a gasolina foi estimado em torno de 50% no início de 2015. Pelo fato de os veículos elétricos estarem isentos de impostos, o preço para o consumidor será aproximadamente igual para esta categoria e tamanho de veículo. Para VEs maiores, as isenções têm peso maior, e eles se tornam a opção mais acessível da categoria (Figenbaum & Kolbenstvedt, 2013; Figenbaum et al., 2014).

Avaliações de custo-benefício

Em curto prazo, se todos os benefícios forem considerados como incentivos, os veículos elétricos serão

caros enquanto medida climática. A longo prazo, em que as emissões da Noruega deverão ser reduzidas para um nível suficientemente baixo para que a meta de 2°C da política climática seja alcançada, parte da frota deverá se dividir em eletricidade ou hidrogênio, produzidos a partir de fontes de energia renováveis. A política de veículos elétricos de hoje contribui para um mercado global de veículos elétricos, em que os fabricantes testam tecnologia, inovação e processos mercadológicos que possam melhorar a tecnologia e reduzir os custos ao mesmo tempo. Isso levará a veículos elétricos melhores e mais baratos no futuro.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os incentivos para os VEs estão vinculados à política climática do governo no parlamento e ao compromisso climático que todos os partidos, exceto o Partido Progressista, assinaram em 2012.

Requisitos e procedimentos formais

A maioria dos incentivos é autorizada por regulamentações ou leis nacionais ou na aprovação do orçamento anual do Estado no parlamento. O princi-

pal incentivo refere-se a estacionamento e pedágios gratuitos, tarifas reduzidas em balsas e uso permitido do corredor de ônibus; questões que, juntas, estão sob o âmbito do Ministério dos Transportes. O último refere-se às isenções com as quais os veículos elétricos se beneficiam e que na realidade são renovadas anualmente na Proposição Parlamentar 1 do Ministério das Finanças.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pela segurança dos veículos elétricos é partilhada entre o Diretório de Proteção Civil e Planejamento de Emergências (DSB), que tem a responsabilidade formal sobre requisitos de segurança para equipamentos elétricos, e pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, que é responsável pelo acompanhamento de requisitos técnicos veiculares. Os regulamentos e diretivas da UE, que são continuamente inseridos nas regulamentações veiculares norueguesas, estão cada vez mais comprometidos com todos os requisitos relevantes para a segurança de veículos elétricos, de modo que a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tem responsabilidade primária. O Diretório de Proteção Civil e Planejamento de Emergências é responsável pelos requisitos técnicos, aprovações e estações de carregamento conectadas à rede elétrica.

REFERÊNCIAS

- Abdel-Aty, M. & Abdelwahab, H. (2004). Analysis and prediction of traffic fatalities resulting from angle collisions including the effect of vehicles' configuration and compatibility. *Accident Analysis & Prevention*, **36(3)**, 457-469.
- Acierno, S., Kaufman, R., Rivara, F. P., Grossman, D. C. & Mock, C. (2004). Vehicle mismatch: injury patterns and severity. *Accident Analysis & Prevention*, **36(5)**, 761-772.
- Adams, J. G. U. (1985). Smeed's Law, seat belts and the Emperor's new clothes. In: *Human Behavior and Traffic Safety*, 193-257. (Evans, L. & R. C. Schwing eds.). Plenum Press, New York, NY.
- Adams, J. G. U. (1994). Seat belt legislation: the evidence revisited. *Safety Science*, **18**, 135-152.
- Adell, E. & Várhelyi, A. (2008). Driver comprehension and acceptance of the active accelerator pedal after long-term use. *Transportation Research Part F*, **11**, 37-51.
- Adell, E. (2009). *Driver experience and acceptance of driver support systems – a case of speed adaptation*. Bulletin 251. Lund University, Department of Technology and Society, Traffic and Roads, 2009.
- Adell, E., Várhelyi, A. & Hjälm Dahl, M. (2008). Auditory and haptic systems for in-car speed management – A comparative real life study. *Transportation Research Part F*, **11**, 445-458.
- Adell, E., Várhelyi, A., & Fontana, M. D. (2011). The effects of a driver assistance system for safe speed and safe distance - a real-life field study. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, **19(1)**, 145-155.
- Aga, M. & Okada, A. (2003). Analysis of vehicle stability control's effectiveness from accident data. ESV paper 541.18th *ESV Conference*. Nagoya.
- Agran, P. F., D. N. Castillo & D. G. Winn. (1992). Comparison of motor vehicle occupant injuries in restrained and unrestrained 4- to 14-years-olds. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 349-355.
- Akashi, Y., van Derlofske, J., Raghavan, R. & Bullough, J. D. (2007). *Assessment of headlamp glare and potential countermeasures: The effects of headlamp mounting height*. Troy, NY. Report DOT HS 810 947.
- Åkerman, I. & Jonsson, R. (2007). *European modular system for road freight transport - experiences and possibilities*. Report 2007:2E. Stockholm: TFB TransportForsk AB.
- Akhtar, J., Aust, M. L., Eriksson, R. J., Fagerlind, H., Høy, A., Phillips, R. O. & Sagberg, F. (2010). *Factors contributing to road fatalities - Analysis of in-depth investigation data from passenger car intersection crashes and from collisions between bicycles and motorized vehicles*. TØI rapport 1067. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Albertsson, P., Falkmer, T., Kirk, A., Mayrhofer, E. & Björnstig, U. (2006). Case study: 128 injured in rollover coach crashes in Sweden--Injury outcome, mechanisms and possible effects of seat belts. *Safety Science*, **44(2)**, 87-109.
- Aldman, B., Cacciola, I., Gustafsson, H. et al. (1981). The Protective Effect Of Different Kinds Of Protective Clothing Worn By Motorcyclists. *Journal of Traffic Medicine*, **9**, 57-58.
- Aldman, B., Gustafsson, H., Nygren, Å. & Tingvall, C. (1987) Child restraints. A prospective study of children as car passengers in road traffic accidents with respect to restraint effectiveness. *Acta Paediatrica Scandinavica*, **Supplement 339**, 1987, paper II (reprinted in Tingvall, 1987).
- Aldman, B., Kajzer, J., Gustafsson, H. et al. (1985). The Protective Effect of a Specially Designed Suit for Motorcyclists. *Proceedings (1095-1100) of the Tenth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, held at Oxford, England, July 1-4, 1985. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Alkim T. P., Bootsma G. & Hoogendoorn S. P. (2007). *Field operational test "the assisted driver"*. Intelligent Vehicles Symposium, 2007 IEEE, Pages: 1198-1203. ISBN: 1424410681 (ISBN), Istanbul.
- Allen, M. J. & J. R. Clark. (1964). Automobile running lights - a research report. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, **41**, 293-315.
- Allen, R. W. (1988). Crash avoidance models and driver/vehicle handling. In: *Proceedings (8-16) of Roads and Traffic Safety on Two Continents*, Gothenburg, Sweden, 9-11 September 1987. VTI-rapport 331A. Väg- och TrafikInstitutet, Linköping.
- Allen, R. W., Szostak, H. T., D.H., K., Rosenthal, T. J. & Owens, K. J. (1992). *Vehicle dynamic stability and rollover*. Report DOT HS 807 956. Hawthorne, CA: Systems Technology Inc.
- Alliance of Automobile Manufacturers (2005). *Preliminary results of ESC performance metric evaluations*. Presentation, June 23, 2005.
- Almqvist, S. & Nygård, M. (1997). *Dynamic speed adaptation: A field trial with automatic speed adaptation in an urban area*. Bulletin 154, Department of Traffic Planning and Engineering, University of Lund, Sweden.
- Almqvist, S. (2006). *Loyal Speed Adaptation. Speed limitation by means of an active accelerator and its possible impacts in built-up areas*. Bulletin 232. Lund Institute of Technology, Department of Technology and Society, Traffic Engineering.
- Altinsoy, E. (2013). *The detectability of conventional, hybrid and electric vehicle sounds by sighted, visually impaired and blind pedestrians*. Paper presented at the Proceedings of the Internoise.
- Amoros, E., Chiron, M., Ndiaye, A., Laumon, B. (2009). Cyclistes victimes d'accidents (CVA). Partie 2. Études cas-témoins. Effet du casque sur les blessures à la tête, à la face et au cou. In: *Convention InVS J06-24*. INRETS, Lyon.
- Amundsen, A. & Elvik, R. (2006). *Revisjon av Trafikksikkerhetsbåndboken: kapittel 4.13 sikring av barn i bil (Revision of the Handbook of Road Safety Measures, Chapter 4.13 Child restraints)*. Working document No. SM/1825/2006. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Amundsen, A. H. (2004). *Sikring av barn i bil. Evaluering av et informasjons- og kontrollprosjekt i seks fylker*. Transportøkonomisk institutt. Oslo. TØI rapport 732/2004.

- Anderson, R. W. G., Hutchinson, T. P., Linke, B., & Ponte, G. (2011). *Analysis of crash data to estimate the benefits of emerging vehicle technology*. Report CASR094. Centre for Automotive Safety Research, University of Adelaide, Australia.
- Anderson, R. W. G., Van den Berg, A. L., Ponte, G. & Streeter, L. D. (2006). *Performance of bull bars in pedestrian impact tests*. CASR Report Series CASR020. The University of Adelaide, Australia.
- Anderson, R., Hutchinson, T., & Ponte, G. (2013). *The impact of changes in the Australian light vehicle fleet on crashworthiness and crash outcomes*.
- Andersson, K. & G. Nilsson. (1981). *The effects on accidents of compulsory use of running lights during daylight in Sweden*. VTI -report 208A. National Road and Traffic Research Institute, Linköping.
- Andersson, K., G. Nilsson & M. Salusjärvi. (1976). *Effekt på trafikolyckor av rekommenderad och påkallad användning av varsel-ljus i Finland*. VTI-rapport 102. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Andreasson, R. & K. Roos. (1977). Effects of Sweden's Seat Belt Law. In: *Proceedings of the Sixth International Conference of the International Association for Accident and Traffic Medicine* (45-55), January 31 - February 4, Melbourne, Australia.
- Andrews, J. C. (1981). Motorcycle helmets - last chance for life. *Journal of Traffic Medicine*, 9, 22-25.
- Angenendt, W. & Hausen, C. (1989). *Zur Sicherheitswirkung von Fahrradkellen*. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen 197. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Ankarath, S., Giannoudis, P. V., Barlow, I., Bellamy, M. C., Matthews, S. J., & Smith, R. M. (2002). Injury patterns associated with mortality following motorcycle crashes. *Injury*, 33(6), 473-477.
- Anund, A., Falkmer, T., Forsman, Å. et al. (2003). *Child safety in cars - Literature Review*. VTI Report 489A, Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Linköping.
- Arbogast, K.B., Durbin, D.R., Cornejo, R.A. et al. (2004). An evaluation of the effectiveness of forward facing child restraint systems. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 585-589.
- Arcadis. (2006). *Monitoringsonderzoek vervolgprouf lzw - Resultaten van de vervolgprouf met langere of langere en zwaardere voertuigcombinaties op de nederlandse wegen*. Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Directoraat Generaal Rijkswaterstaat, Dviesdienst Verkeer en Vervoer.
- Arnberg, P. R. & O. Odsell. (1978). *Degradation of steering and suspension components affecting driver-vehicle performance during emergency situations*. VTI-rapport 109A. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Arnberg, P.W., T. Tydén & B. Norén. (1975). *Manövrerings- och balanseegenskaper hos olika cykeltyper. En litteraturgenomgång och en experimentell studie*. VTI-rapport 45. Statens väg- och trafikinstitut, Stockholm
- Arora, H., Collard, D., Robbins, G. et al. (1994). *Effectiveness of Daytime Running Lights in Canada*. Report TP 12298 (E). Transport Canada, Ottawa.
- Asch, P., Levy, D.T., Shea, D. & Bodenhorn, H. (1991). Risk compensation and the effectiveness of safety belt use laws: a case study of New Jersey. *Policy Sciences*, 24, 181-197.
- Aschenbrenner, K.M., B. Biehl & G. W. Wurm. (1987). *Einfluss Der Risikokompensation auf die Wirkung von Verkehrsicherheitstmassnahmen am Beispiel ABS*. Schriftenreihe Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, Heft 63, 65-70. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Asogwa, S. E. (1980). The crash helmet legislation in Nigeria: a before-and-after study. *Accident Analysis and Prevention*, 12, 213-216.
- Assum, T. & Sørensen, M. (2010). *130 dødsulykker med vogntog. Gjennomgang av dødsulykker i 2005 - 2008 gransket av Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper = (130 fatal accidents involving heavy goods vehicles. Analysis of fatal accidents in Norway 2005 - 2008 studied in-depth by the Norwegian Public Roads Administration)*. TØI-Rapport 1061/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Atkinson, P. Hariharan, P., Mari-Godwa, S., Telehowski, P., Martin, S., Van-Hoof, J. & Atkinson, T. (2002). *An under-hand steering wheel grasp procedures significant injury risk to the upper extremity during airbag deployment*. Association for the Advancement of Automotive Medicine, Barrington, IL, USA.
- Attewell, R.G., Glase, K., McFadden, M. (2001). Bicycle helmet efficacy: a metaanalysis. *Accident Analysis and Prevention* 33, 345-352.
- Attwood, D. A. (1981). *The Potential of Daytime Running Lights as a Vehicle Collision Countermeasure*. SAE Technical Paper 810190. Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.
- Austin, R. (2005). Vehicle aggressiveness in real world crashes, *19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*. Washington.
- Baas, P. (2008). *Analysis of the safety benefits of Heavy Vehicle Accreditation Scheme*. Austroads Publication No. AP-R318/08. Sydney, Australia: Austroads.
- Babbs, F.W. (1979). A design layout for relating seating to the occupant and vehicle. *Ergonomics*, 22, 227-234.
- Bachulis, B.L. Sangster, W., Gorrell, G.W. & Long, W.B. (1988). Patterns of injury in helmeted and nonhelmeted motorcyclists. *The American Journal of Surgery*, 155, 708-711.
- Backer-Grøndahl, A. (2010). *Evaluering av jentenes trafikkaksjon*. TØI-Rapport 1076/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bäckström, C.-G., Andersson, C.-E., Forsman, E. & Nilsson, L.-E. (1974). Road Accidents with SAAB 99. *Journal of Traffic Medicine*, 2, 1, 1-5.
- Bäckström, C.-G., Andersson, C.-E., Forsman, E. & Nilsson, L.-E. (1974). Road Accidents with SAAB 99. *Journal of Traffic Medicine*, 2, 1, 1-5.
- Badea-Romero, A., Javier Páez, F., Furones, A., Barrios, J. M., & de-Miguel, J. L. (2013). Assessing the benefit of the brake assist system for pedestrian injury mitigation through real-world accident investigations. *Safety Science*, 53, 193-201.

- Bahouth, G. (2005). Real world crash evaluation of vehicle stability control (VSC) technology. *49th Annual Proceedings Association for the Advancement of Automotive Medicine*, September 12-14, 2005.
- Bahouth, G., Langston, E. A., McKnight, A. J., Zaloshnja, E., Robin, J. & Kumer, J. (2007). *Safety belt technology countermeasures study*. Report FMCSA-RRR-07_029. Calverton, Maryland: Pacific Institute for Research and Evaluation.
- Baker, B. C., Nolan, J. M., O'Neill, B. & Genetos, A. P. (2008). Crash compatibility between cars and light trucks: Benefits of lowering front-end energy-absorbing structure in SUVs and pickups. *Accident Analysis & Prevention*, **40**(1), 116-125.
- Baldock, M., Grigo, J., & Raftery, S. (2011). *Protective clothing and motorcyclists in South Australia*. CASR Report CASR088. University of Adelaide, Australia.
- Bálint, A., Fagerlind, H., & Kullgren, A. (2013). A test-based method for the assessment of pre-crash warning and braking systems. *Accident Analysis & Prevention*, **59**, 192-199.
- Balk, S. A., Tyrrell, R. A., Brooks, J. O., & Carpenter, T. L. (2008). Highlighting human form and motion information enhances the conspicuity of pedestrians at night. *Perception*, **37**, 1276-1284.
- Baltes, M. R. (1995). To Belt or Not To Belt: Should Florida Mandate Installation of Safety Restraints in Large School Buses? *Transportation Research Record*, **1485**, 97-104.
- Bang, J. R. (1996). Vinterdekk uten pigger eller med miljøpigger. I: Kolbenstvedt, M.; Silborn, H.; Solheim, T. (Red): *Miljøbåndboken*, **Del 1**, 339-345. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Barbat, S., Li, X., & Prasad, P. (2005). *A comparative analysis of vehicle-to-vehicle and vehicle-to-rigid fixed barrier frontal impacts*. In S. H. Backaitis (Ed.), *Vehicle compatibility in automotive crashes*. PT-102. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.
- Barnes, J.S., Morris, A.P., Fildes, B.N. & Newstead, S.V. (2002). Airbag effectiveness in real world crashes. *Proceedings Vehicle Safety 2002 - IMechE*, 28-30 May, London, England.
- Barton, A. J. (1980). *The effects on accident frequencies of lorry controls in the Windsor area*. TRRL Supplementary Report 631. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- BASSt. (1996). *Gefährliche Frontschutzbügel an Geländefahrzeugen*. Wissenschaftliche Informationen der Bundesanstalt für Straßenwesen, 5/96.
- Baum, H., & Westerkamp, U. (2008). *Nutzen-Kosten-Analyse für ABS bei Motorrädern*. BASSt-Bericht F 68. Bundesanstalt fuer Strassenwesen.
- Bayly, M., Hosking, S., & Regan, M. (2007). *Intelligent transport systems and motorcycle safety*.
- Beck, R. F. (2004). Mountain bicycle acceleration and braking factors. *Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XIV*; June 27-30, 2004; Ottawa, Ontario.
- Becker S., Bork, M., Dorissen, H.T. et al. (1995A). Summary of experience with autonomous intelligent cruise control (AICC). Part 1: Study objectives and methods. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 1828-1835. Paris.
- Becker S., Bork, M., Dorissen, H.T. et al. (1995B). Summary of experience with autonomous intelligent cruise control (AICC). Part 2: Results and conclusions. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 1836-1843. Paris.
- Behrensdoerff, I. & L. K. Hansen. (1994). *Sidespejle på lastbiler - brug og effekt af nærzone- og vidvinkelspejle*. RfT-rapport 1/1994. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Benmimoun, M., Pütz, A., Zlocki, A., & Eckstein, L. (2013). Eurofot: Field operational test and impact assessment of advanced driver assistance systems: Final results. *Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress in Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2013, **Vol. 197**, pp. 537-547.
- Berg, F. A., Krehl, F. A., Riebeck, L. & Breitling, U. (2004). Passive Sicherheit bei Lkw-Pkw-Kollisionen. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*, **42**(6), 145-151.
- Berge, T. (1996). *Støymålinger på bildekk*. Rapport STF40 A96029. SINTEF Tele og data, Trondheim
- Bergkvist, P. (2001). Daytime running lights (DRLs) - a North American success story. Paper 395. *Proceedings of 17th Enhanced Safety Vehicle Conference*. Washington D. C., U. S. Department of Transportation.
- Biegler, P., Newstead, S., Johnson, M., Taylor, J., Mitra, B., & Bullen, S. (2012). *Monash alfred cyclist crash study (maccs)*. Report No. 311. MONASH University Accident Research Centre: Victoria, Australia.
- Bijleveld, F. D. (1997). *Effectiveness of daytime motorcycle headlights in the European Union*. Report R-97-9. Leidschendam, SWOV Institute for Road Safety Research.
- Bíl, M., Bílová, M., & Müller, I. (2010). Critical factors in fatal collisions of adult cyclists with automobiles. *Accident Analysis & Prevention*, **42**(6), 1632-1636.
- Bilston, L. E., Du, W., & Brown, J. (2010). A matched-cohort analysis of belted front and rear seat occupants in newer and older model vehicles shows that gains in front occupant safety have outpaced gains for rear seat occupants. *Accident Analysis & Prevention*, **42**(6), 1974-1977.
- Björketun, U. (1992). *Fordonsfaktorer*. Upublisert rapportmanuskript datert 1992-04-02. Väg- og trafikinstitutet (VTI), Linköping.
- Bjørnnskau T. (2000). *Risiko i veitrafikken 1997/98*. Oslo, Transportøkonomisk institutt, TØI rapport 483/2000.
- Bjørnnskau, T. (1989). Rasjonalitetsmodeller og virkeligheten. Kan laboratorieeksperimenter med gjentatte Fangens Dilemma-spill ha empirisk relevans? *Norsk Statsvitenskapelig Tidsskrift*, **5**, 237-249.
- Bjørnnskau, T. (1993). *Risiko i veitrafikken 1991/92*. TØI-rapport 216. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Bjørnskau, T. (1994A). *Spillteori, trafikk og ulykker: En teori om interaksjon i trafikken*. TØI-rapport 287. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (1994B). *Hypoteser om atferdstilpasning (risikokompensasjon)*. Arbeidsdokument TST/0512/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (2005). *Sykkelulykker*. TØI Rapport 793/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2008). *Risiko i trafikken 2005-2007*. TØI Rapport 986/2008. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2009). *Høyrisikogrupper eksponering og risiko i trafikk*. Rapport 1042. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2011). *Risiko i vegtrafikken 2009-2011*. TØI-Rapport 1164/2011. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T., Nævestad, T.-O., & Akhtar, J. (2010). *Trafikksikkerhet blant mc-førere*. TØI-Rapport 1075/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T., Sørensen, M. W. J., & Amundsen, A. H. (2012). *Samspill mellom syklist og bilister - hva er problemene, og kan de løses med informasjon?* TØI-Rapport 1230/2012. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bligh, R. P. & Mak, K. K. (1999). Crashworthiness of roadside features across vehicle platforms. *Transportation Research Record*, **1690**, 68-77.
- Blomberg, R. D., A. Hale & D. F. Preusser. (1984). *Conspicuity for pedestrians and bicyclists: definition of the problem, development and test of countermeasures*. Report DOT HS-806 563. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Blomberg, R.D., Preusser, D.F., Hale, A. & Leaf, W.A. (1983B). *Experimental Field test of Proposed Pedestrian Safety Messages. Volume III*. Report DOT HS-806-523. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Blomquist, G. C. (1977). Economics of Safety and Seat Belt Use. *Journal of Safety Research*, **9**, 179-189.
- Blomquist, G. C. (1979). Value of Life Saving: Implications of Consumption Activity. *Journal of Political Economy*, **87**, 540-558.
- Blower, D., K. L. Campbell & P. E. Green. (1993). Accident rates for heavy truck-tractors in Michigan. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 307-321.
- Blythea, W., & Seguína, D. E. (2006). Commentary: Legal minimum tread depth for passenger car tires in the U.S.A. - a survey. *Traffic Injury Prevention*, **7(2)**, 107-110.
- Bock, O., Brühning, E., Dilling, J. et al. (1989). *Aufbereitung und Auswertung von Fahrzeug- und Unfalldaten*. Heft Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, 71. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Bohlin, N. I. (1967). *A Statistical Analysis of 28,000 Accident Cases with Emphasis on Occupant Restraint Value*. SAE Technical Paper 670925. Society of Automotive Engineers, 1967 (reprinted 1968). New York, NY.
- Böhm, M., Luschnski, A. & Locher, J. (2008). *Licht ins Dunkel - empirische Belege für einen Sicherheitsgewinn durch lichtbasierte Assistenzsysteme*. VDI-Berichte 2038, 119-126.
- Bolstad, A. (1972). *Nyttekostnadsanalyser av bilbelter*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A. & E. Frøysadal. (1993). *Sykkelundersøkelsen 1992*. TØI-rapport 217. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A. & E. Frøysadal. (1994). *Sykkelbyprosjektet. Intervjuundersøkelser i sykkelbyene Sandnes og Tønsberg/Notterøy i 1992*. Rapport 234. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A. (1991). *Eksponering tunge kjøretøy*. Arbeidsdokument TST/0308/91. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A. (1991). *Underrapportering av trafikkulykker*. TØI-notat 975. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A. (1995). *Sammenligning av syklisters risiko for ulike sykkeltyper og ved ulik bruk av sikkerhetsutstyr på grunnlag av sykkelundersøkelsene*. Arbeidsdokument TST/0651/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A. (1996). *Risikoberegning for transport av farlig gods på veg 1990-94*. Arbeidsdokument TST/0721/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Boufous, S., de Rome, L., Senserrick, T., & Ivers, R. (2012). Risk factors for severe injury in cyclists involved in traffic crashes in Victoria, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, **49(0)**, 404-409.
- Brabyn, J. A., Schneck, M. E., Lott, L. A. & Haegerstrom-Portnøy, G. (2005). Night driving self restriction: Vision function and gender differences. *Optometry and Vision Science*, **82**, 755-764.
- Braver, E. R., Zador, P. L., Thum, D., Mitter, E. L., Baum, H. M. & Vilardo, F. J. (1997). Tractor-trailer crashes in Indiana: A case-control study of the role of truck configuration. *Accident Analysis & Prevention*, **29(1)**, 79-96.
- Braver, E.R., Kyrychenko, S.Y. & Ferguson, S.A. (2005). Driver mortality in frontal crashes: Comparison of newer and older airbag designs. *Traffic Injury Prevention*, **30**, 24-30.
- Braver, E.R., Kyrychenko, S.Y. (2003). *Efficacy of side airbags in reducing driver deaths in driver-side collisions*. Insurance Institute for Highway Safety.
- Breitmaier, B. & Licht, T. (2003). Optimierte Überrollensensierung zur frühzeitigen Überschlagerkennung (Optimized rollover-sensing system). Automotive Electronics, Sonderausgabe der *Automobiltechnischen Zeitschrift*, **105**, 84-87.
- Brenac, T., Clabaux, N., Perrin, C., & Van Elslande, P. (2006). Motorcyclist conspicuity related accidents in urban areas: A speed problem? *Advances in Transportation Studies*, **8(A)**, 23-29.
- Breuer, J. (1998). Analysis of driver-vehicle interaction on an evasive manoeuvre - results og "moose test" studies. *16th International Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Windsor, Ontario, Canada, 31. may - 4. june 1998, vol. 1, pp. 620-627.
- Breuer, J. J., Faulhaber, A., Frank, P., & S., G. (2007). Real world safety benefits of brake assistance systems. *Proceedings of the 20th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles Conference (ESV) in Lyon, France*, June 18-21, 2007.
- Brodsky, H. & A. S. Hakkert. (1988). Risk of a road accident in rainy weather. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 161-176.

- Broqua, F., Lerner, G., Mauro, V. & Morello, E. (1991). Cooperative driving: Basic concepts and a first assessment of intelligent cruise control strategies. *Proceedings DRIVE Conference, Advanced telematics in road transport, Brüssel*, Febr 1991, 908-929.
- Broughton, J. (1987). *The effect on motorcycling of the 1981 Transport Act*. TRRL Research Report 106. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Broughton, J. (1988). *The relation between motorcycle size and accident risk*. TRRL Research Report 169. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Broughton, J. (1995). *The likely effects of downsizing on driver casualties in two-car accidents*. TRL Report 171. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Broughton, J. (1996a). Further aspects of the British index of secondary car safety. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 791-798.
- Broughton, J. (1996A). The theoretical basis for comparing the accident record of car models. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 89-99.
- Broughton, J. (1996B). The British index for comparing the accident record of car models. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 101-109.
- Broughton, J. (1996b). The theoretical basis for comparing the accident record of car models. *Accident Analysis & Prevention*, **28(1)**, 89-99.
- Broughton, J. (1996C). Further aspects of the British index of secondary car safety. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 791-798.
- Broughton, J., & Baughan, C. (2002). The effectiveness of antilock braking systems in reducing accidents in Great Britain. *Accident Analysis & Prevention*, **34(3)**, 347-355.
- Broughton, J. (2003). The benefits of improved car secondary safety. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 527-535.
- Broughton, J. (2008). Car driver casualty rates in Great Britain by type of car. *Accident Analysis & Prevention*, **40(4)**, 1543-1552.
- Brouwer, R. F. T., Jansen, W. H., Theeuwes, J., Duistermaat, M. & Alferdinck, J. W. A. M. (2004). *Do other road users suffer from the presence of cars that have their daytime running lights on?* TNO report TM-04-C001. TNO Human Factors, Soesterberg.
- Brüde, U., J. Larsson & H. Thulin. (1980). *Trafikolyckors samband med linjeföring - för olika belagd bredd, hastighetsgräns, årstid, ljusförhållanden och region*. VTI-meddelande 235. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Brumbelow, M. L., Teoh, E. R., Zuby, D. S. & McCartt, A. T. (2009). Roof Strength and Injury Risk in Rollover Crashes. *Traffic Injury Prevention*, **10(3)**, 252 - 265.
- Bryden, J. E. & J. S. Fortuniewicz. (1986). Traffic barrier performance related to vehicle size and type. *Transportation Research Record*, **1065**, 69-78.
- Bullough, J. D. (2012). Efficacy of wipers-on, headlamps-on legislation. *Safety Science*, **50(3)**, 575-578.
- Bullough, J. D., Skinner, N. P., Pysar, R. M., Radetsky, L. C., Smith, A. M. & Rea, M. S. (2008). *Nighttime glare and driving performance: Research findings*. Report DOT HS 811 043. Troy, NY, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute.
- Bunis, G., I. Mäkiäho & O. Odsell. (1978). *Fjädrings- och dämpningsegenskaper hos enaxliga släpvagnar*. VTI-rapport 165. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Bunn, T., Slavova, S., & Robertson, M. (2013). Motor vehicle injuries among semi-truck drivers and sleeper berth passengers. *Journal of Safety Research*, **44**, 51-55.
- Burg, A. & J. Beers. (1978). Reflectorization for Nighttime Conspicuity of Bicycles and Motorcycles. *Journal of Safety Research*, **10**, 69-77.
- Butsuen, T., A. Doi & H. Sasaki. (1994). Development of a collision avoidance system with automatic brake control. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 2078-2086. Paris.
- Buzeman, D. G., Viano, D. C., & Lövsund, P. (1998). Car occupant safety in frontal crashes: a parameter study of vehicle mass, impact speed, and inherent vehicle protection. *Accident Analysis & Prevention*, **30(6)**, 713-722.
- Cairns, H. & H. Holbourn. (1943). Head injuries in motor-cyclists with special reference to crash helmets. *British Medical Journal*, **May 15, 1943**, 591-598.
- Cameron, M. H. & J. P. Wessels. (1979). *The effectiveness of Australian design rule 22 for head restraints*. Report CR 5. Road Safety and Traffic Authority, Victoria, Melbourne.
- Cameron, M. H. (1980). The effect of seat belts on minor and severe injuries measured on the Abbreviated Injury Scale. *Proceedings of the Eighth International Conference of the International Association for Accident and Traffic Medicine (72-98)*, University of Aarhus, June 10-13, Aarhus, Denmark.
- Cameron, M.H., Vulcan, A.P., Finch, C.F. & Newstead, S.V. (1994). Mandatory bicycle helmet use following a decade of helmet promotion in Victoria, Australia - an evaluation. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 325-337.
- Cammissa, M.X., Reed, R.T., Ferguson, S.A. & Lund, A.K. (2000). *Driver fatalities in frontal crashes of airbag-equipped vehicles: A review of 1989-96 NASS cases*. SAE Technical Papers 2000-01-1003.
- Campbell, B. J. & F. A. Campbell. (1988). Injury reduction and seat belt use associated with occupant restraint laws. In: *Preventing Automobile Injury. New Findings from Evaluation Research*, 24-50. (Graham, J. D. ed). Auburn House Publishing Company, Dover, MASS.
- Campbell, B. J. & D. W. Reinfurt. (1973). *Relationship between driver crash injury and passenger car weight*. Highway Safety Research Center, University of North Carolina, Chapel Hill, NC.
- Campbell, B. J. & W. S. Rouse. (1968). Reflectorized License Plates and Rear End Collisions at Night. *Traffic Safety Research Review*, **12**, 2, 40-45.

- Campbell, B.J. (1982). *A comparison of NHTSA car safety ratings with injuries in highway crashes*. Highway Safe. Highlights 15, 1-3.
- Campbell, B.N., Smith, J.D. & Najm, W.G. (2003). *Examining of crash contributing factors using national crash databases*. NHTSA report DOT-VNTSC-NHTSA-02-07.
- Cantilli, E. J. (1965). Daylight «Lights-On» Plan By Port of New York Authority. *Traffic Engineering*, **17**, December.
- Cantilli, E. J. (1970). Accident Experience with Parking Lights as Running Lights. *Highway Research Record*, **332**, 1-13.
- Carlsson, A., G. Nilsson & P. Wretling. (1992). *Hastighetsgräns 80 km/h för tunga lastbilar. Konsekvensanalys av träfik- och trafiksäkerhetseffekter*. VTI-meddelande 683. Väg- och Trafikinstitutet, Linköping.
- Carlsson, G. & G. Öberg. (1976). *Dubbäckets effekt på fordons restider*. VTI-rapport 70. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Carlsson, G., J. Holmgren & H. Norin. (1987). The child in the Volvo car. *Proceedings (VTI-report 332A, 214-236) of Roads and Traffic Safety on Two Continents*, 9-11 September, Gothenburg, Sweden.
- Carlsson, T. & H. Hattrem. (1995). Spedbarna dårligst sikret. *Motor*, **nr 9**, 1995, 6-9.
- Carr, W. P., D. Brandt & K. Swanson. (1981). Injury patterns and helmet effectiveness among hospitalized motorcyclists. *Minnesota Medicine*, **64**, 521-527.
- Carsten, O. (1987). Safety Implications of Truck Configuration. *Transportation Research Record*, **1111**, 17-26.
- Carsten, O.M.J. & Tate, F.N. (2005). Intelligent speed adaptation: accident savings and cost-benefit analysis. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 407-416.
- Carstensen, G. (1987). *Motorcykelstørrelse og ubeldsrisiko - analyse af tre ubeldsmaterialer*. RfT-notat 1/1987. Rådet for Trafik-sikkerhedsforskning, København.
- Cavallo, V. & Pinto, M. (2012). Are car daytime running lights detrimental to motorcycle conspicuity? *Accident Analysis & Prevention*, **49**, 78-85.
- Cavallo, V., Colomb, M., & Doré, J. (2001). Distance perception of vehicle rear lights in fog. *Human Factors*, **43(3)**, 442-451.
- Central Bureau of Statistics (1977). *Færdselsubeld 1976. Kap 4, Analyse af sikkerhedsselens skadeforebyggende virkning*. Danmarks Statistik, København.
- Chandler, K. N. & J. K. L. Thompson. (1957). The effectiveness of present-day crash helmets for motorcyclists. *Operations Research Society Quarterly*, **8**, 63-71.
- Chang, W.-H., Guo, H.-R., Lin, H.-J. & Chang, Y.-H. (2006). Association between major injuries and seat locations in a motor-coach rollover accident. *Accident Analysis & Prevention*, **38(5)**, 949-953.
- Chauvel, C., Page, Y., Fildes, B., & Lahaussé, J. (2013). Automatic emergency braking for pedestrians - effective target population and expected safety benefits. *Proceedings of the 23rd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)*.
- Cheah, L., Evans, C., Bandivadekar, A. & Heywood, J. (2007). *Factor of two: halving the fuel consumption of new US automobiles by 2025*. Publication No. LFEE 2007-04 RP. Laboratory for Energy and Environment. Massachusetts Institute of Technology. 77 Massachusetts Avenue Cambridge, MA 02139, USA.
- Chen, F., & Chen, S. (2011). Injury severities of truck drivers in single- and multi-vehicle accidents on rural highways. *Accident Analysis & Prevention*, **43(5)**, 1677-1688.
- Chen, G. X. (2008). Impact of federal compliance reviews of trucking companies in reducing highway truck crashes. *Accident Analysis & Prevention*, **40(1)**, 238-245.
- Chenier, T. C. & L. Evans. (1987). Motorcyclist fatalities and the repeal of mandatory helmet wearing laws. *Accident Analysis and Prevention*, **19**, 133-139.
- Chira-Chavala, T. & S. M. Yoo. (1994). Potential safety benefits of intelligent control systems. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 135-146.
- Chorlton, K., Hess, S., Jamson, S. & Wardman, M. (2011). Deal or no deal: Can incentives encourage widespread adoption of intelligent speed adaptation devices? *Accident Analysis and Prevention*, in press.
- Chouinard, A., & Lécuyer, J.-F. (2011). A study of the effectiveness of electronic stability control in Canada. *Accident Analysis & Prevention*, **43**, 451-460.
- Christensen, P. & A. Borger, A. (1992). *Betydningen av bruk av bilbelter og hodestøtter for nakkeslengskader*. Arbeidsdokument TST/0382/92. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Christensen, P. (2003). *Topics in meta-analysis*. Report 692/2003. Oslo: institute of Transport Economics.
- Christie, A. W. & J. Prudhoe. (1980). *Effects of lorry control at Lymm, Cheshire*. TRRL Supplementary Report 566. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Chu, H.-C. (2014). Assessing factors causing severe injuries in crashes of high-deck buses in long-distance driving on freeways. *Accident Analysis & Prevention*, **62**, 130-136.
- Cieler, S. (2003). Auswirkungen eines dynamischen Halogen-Kurvenlichts auf das Fahrverhalten und die Fahrsicherheit. *Paper presented at the IIR Fachkonferenz Lichttechnik im Automobil*. Augsburg. http://tib.tuv.com/web/media_get.php?mediaid=4497&fileid=5414 [12.03.10].
- Clabaux, N., Brenac, T., Perrin, C., Magnin, J., Canu, B., & Van Elslande, P. (2012). Motorcyclists' speed and "looked-but-failed-to-see" accidents. *Accident Analysis & Prevention*, **49(0)**, 73-77.
- Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C., & Truman, W. (2007). The role of motorcyclist and other driver behaviour in two types of serious accident in the UK. *Accident Analysis & Prevention*, **39(5)**, 974-981.
- Clarke, R. M. & Wiggers, G. F. (1998). Heavy truck size and weight and safety. *International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions, 5th*. Maroochydore, Queensland, Australia. Part 5, 1-39.

- Conn, J.M., Chorba, T.L., Peterson, T.D. et al. (1993). Effectiveness of Safety-Belt Use: A Study Using Hospital-Based Data for Nonfatal Motor-Vehicle Crashes. *Journal of Safety Research*, **24**, 223-232.
- Connor, J., Whitlock, G., Norton, R. & Jackson, R. (2001). The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies. *Accident Analysis & Prevention*, **33**(1), 31-41.
- Conybeare, J. A. C. (1980). Evaluation of Automobile Safety Regulations: The Case of Compulsory Seat Belt Legislation in Australia. *Policy Sciences*, **12**, 27-39.
- Cook, S., Quigley, C. & Clift, L. (1999). *Motor vehicle conspicuity - An assessment of the contribution of retro-reflective and fluorescent materials*. Report. Loughborough : ICE Ergonomics.
- Council, F.M., Stewart, J.R. & Mohammedshah, Y.M. (1998). *The effects of airbags on severity indices for roadside objects*. HSIS Summary reports, FHWA-RD-98-056.
- COWI. (2006). *Cost-benefit assessment and prioritization of vehicle safety technologies*. Final report. The European Commission, Brussels.
- Cox, N. T. (1968). *The effect of dirt on vehicle headlamp performance*. RRL Report LR 240. Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Crinion, J. D., L. A. Foldvary & J. C. Lane. (1975). The effect on casualties of a compulsory seat belt wearing law in South Australia. *Accident Analysis and Prevention*, **7**, 81-89.
- Cross, R. (1991). «Blind luck = Bad luck. The need for custom mirrors. *Commercial Carrier Journal*, **September**, 56-58.
- Cuerden, R., Hill, J., Kirk, A. & Mackay, M. (2001). The potential effectiveness of adaptive restraints. *International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact*, Isle of Man, UK, 10-12 October.
- Cummings, P. & Grossman, D.C. (2007). Antilock brakes and the risk of driver injury in a crash – A case control study. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 995-1000.
- Cummings, P., McKnight, B., Rivara, F.P. & Grossman, D.C. (2002). Association of driver airbags with driver fatality: A matched cohort study. *British Medical Journal*, **324**, 1119-1122.
- Cunningham, K., Brown, T.D., Gradwell, E. & Nee, P.A. (2000). Airbag associated fatal head injury: case report and review of the literature on airbag injuries. *Journal of Accident Emergency Medicine*, **17**, 139-142.
- Dahlstedt, S. (1986). *A comparison of some daylight motorcycle visibility treatments*. VTI-report 302A. Swedish Road and Traffic Research Institute, Linköping.
- Dalgaard, J. B. (1977). *Dræbt i bil. Ulykkesårsager og selevirkning. En trafikmedicinsk undersøgelse*. Retsmedicinsk institut, Århus.
- Dalmotas, D.J., Dance, D.M., Gardner, W.T. et al. (1984). *Current Activities in Canada Relating to the Protection of Children in Automobile Accidents*. SAE Paper 840529. SAE Report P-141, Advances in Belt Restraint Systems: design, performance and usage. Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pa.
- Dalmotas, D.J., Hurley, J., German, A. & Digges, K. (1996). Airbag deployment crashes in Canada. *Proceedings of the 15th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Melbourne, Australia, 13-16 may, **Vol 1**, 155-168.
- Dang, J. (2007). *Statistical analysis of the effectiveness of electronic stability control systems - final report*. Report DOT HS 810 794. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Dang, J.N. (2004). *Preliminary results analysing the effectiveness of electronic stability control systems*. NHTSA, DOT HS 809 790.
- Danmarks Statistik 1977 (Danmark).
- Danner, M., Langwieder, K., Polauke, J. & Spörner, A. (1984). *Schutzkleidung für motorisierte Zweiradfabrer*. Bericht zum Forschungsprojekt 7806/7. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch-Gladbach.
- Dare, C.E., Owens, J.C. & Krane, S.W. (1978). *Impact of motorcycle helmet usage in Colorado*. Report DOT HS-803 680. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Dare, C.E., Owens, J.C. & Krane, S.W. (1979). Effects of motorcycle safety helmet use on injury location and severity: before-and-after helmet law repeal in Colorado. *ITE Journal*, **October**, 9-15.
- Davidsson, F. (1995). *Dynamisk hastighetsanpassning – scenario 2020 (Dynamic speed adaptaion – scenario 2020)*. TFK, PM, Stockholm, Sweden.
- De Craen, S., Doumen, M., Bos, N., & van Norden, Y. (2011). *The role of motorcyclists and cars drivers in conspicuity-related motorcycle crashes*. Report R-2011-25. Leidschendam, SWOV.
- De Lapparent, M. (2006). Empirical bayesian analysis of accident severity for motorcyclists in large french urban areas. *Accident Analysis & Prevention*, **38**(2), 260-268. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2005.09.001>
- De Niet, M., Goldenbeld, C. & Langeveld, P. M. M. (2002). *Veiligheidseffecten van retro-reflecterende contourmarkering op vrachtauto's*. Report R-2002-16. Leidschendam, SWOV.
- De Rome, L., & Senserrick, T. (2009). Factors associated with motorcycle crashes in New South Wales, Australia, 2004 to 2008. *Transportation Research Record*, **2265**, 51-61.
- De Rome, L., Ivers, R., Fitzharris, M., Haworth, N., Heritier, S., & Richardson, D. (2012). Effectiveness of motorcycle protective clothing: Riders' health outcomes in the six months following a crash. *Injury*, **43**(12), 2035-2045.
- De Rome, L., Ivers, R., Haworth, N., Heritier, S., Du, W., & Fitzharris, M. (2011). Novice riders and the predictors of riding without motorcycle protective clothing. *Accident Analysis & Prevention*, **43**(3), 1095-1103.
- De Rome, L., Stanford, G., & Wood, B. (2002). *MCC survey of motorcyclists, 2001*. Report. Motorcycle Council of NSW.
- Dean, J. M., J. C. Reading & P. J. Nechodom. (1995). Overreporting and Measured Effectiveness of Seat Belts in Motor Vehicle Crashes in Utah. *Transportation Research Record*, **1485**, 186-191.

- Decina, L.E. & Knoebel, K.Y. (1997). Child safety seat misuse patterns in four states. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 125-132.
- Decina, L.E. & Lococo, K.H. (2005). Child restraint system use and misuse in six states. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 583-590.
- Deutermann, W. (2002). *Characteristics of fatal rollover crashes*. Report DOT HS 809 438. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Di Tanna, O., & Pieve, M. (2007). *D2.2 technology evaluation and effectiveness*. *Safety In Motion technical targets*.
- Dijks, A. (1976). Influence of tread depth on wet skid resistance of tires. *Highway Research Record*, **621**, 136-147.
- Dingus, T. A., Klauer, S.G., Neale, V. L. et al. (2006). *The 100-Car Naturalistic Driving Study Phase II – Results of the 100-Car Field Experiment*, . U.S. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration 400 7th St. SW Washington, DC 20590. DOT HS 810 593 April 2006.
- Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern. (1995). *Farlig gods nr 1/1995. Ubell med transport av farlig gods 1994*. Direktoratet for Brann- og eksplosjonsvern, Tønsberg.
- Distner, M., Bengtsson, M., Broberg, T., & Jakobsson, L. (2009). *City safety-a system addressing rear-end collisions at low speeds*. Paper presented at the Proceedings of the 21st International technical conference on the enhanced safety of vehicles.
- Doecke, S. D., Anderson, R. W. G., Mackenzie, J. R. R., & Ponte, G. (2012). *The potential of autonomous emergency braking systems to mitigate passenger vehicle crashes*. Paper presented at the Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference (2012: Wellington, NZ).
- Donelson, A. C., Karunaramachandran, K. Z. & Kalinowski, A. (1999). Rates of occupant deaths in vehicle rollover. *Transportation Research Record*, **1665**, 109-117.
- Dorsch, M. M., A. J. Woodward & R. L. Somers. (1987). Do bicycle safety helmets reduce severity of head injury in real crashes? *Accident Analysis and Prevention*, **19**, 183-190.
- Downing, C. S. & J. Spendlove (1981). *Effectiveness of a campaign to reduce accidents involving children crossing roads near parked cars*. TRRL Laboratory Report 986. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Driscoll, R. Page, Y. Lassare, S. & Ehrlich, J. (2007). LAVIA : an evaluation of the potential safety benefits of the French intelligent speed adaptation project. In: *Proceedings of the 51st Annual Conference of the Association for the Advancement of Automotive Medicine AAAM*, Melbourne, Australia, 484-505.
- Duma, S.M., Rath, A.L., Jernigan, M.V., Stitzel, J.D. & Herring, I.P. (2005). The effects of depowered airbags on eye injuries in frontal automobile crashes. *American Journal of Emergency Medicine*, **23**, 13-19.
- Durbin, D.R., Chen, I., Smith, R. et al. (2006). Effects of seating position and appropriate restraint use on risk of injury to children in motor vehicle crashes. *Pediatrics*, **115**, 305-309.
- Duynstee, L., Katteler, H. & Martens, G. (2001). Intelligent speed adaptation: selected results of the Dutch practical trial. *Proceedings of the 8th World Congress of Intelligent Transport Systems*, Sydney, Australia.
- Edwards, W.R. (1995). An effectiveness analysis of Chrysler driver airbags after five years exposure. *Proceedings of the Fourteenth International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles*, May 23-26, 1994, Munich, 556-561.
- Eidhammer, O., Sørensen, M. & Andersen, J. (2009). *Modulvogtlog i Norge. Status for prøveordningen per 1. oktober 2009 (Longer and heavier goods vehicles in Norway. Status by October 1st 2009)*. TØI Rapport 1040/2009. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Eigen, A. M. (2005). *Rollover crash mechanisms and injury outcomes for restrained occupants*. Report DOT HS 809 894. Washington DC: National Center for Statistics and Analysis. National Highway Traffic Safety Administration.
- Elliot, M.R., Kallan, M.J., Durbin, D.R. & Winston, F.K. (2006). Effectiveness of child safety seat vs seat belt in reducing risk for death in children in passenger vehicle crashes. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, **160**, 617-621.
- Elliott, M. A., Baughan, C. J., Broughton, J., Chinn, B., Grayson, G. B., Knowles, J. & Simpson, H. (2003). *Motorcycle safety. A scoping study*. TRL Report TRL581.
- Elliott, M. A., Baughan, C. J., Broughton, J., Chinn, B., Grayson, G. B., Knowles, J., m.fl. (2003). *Motorcycle safety: a scoping study*. Road Safety Division, Department for Transport. Berkshire: Transport Research Laboratory.
- Elvik, R. & E. Skaansar. (1989). *Utviklingen av bilenes fartsressurser etter ca 1960*. Arbeidsdokument TST/0158/89. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. & Kaminska, J. (2011). *Effects on accidents of reduced use of studded tyres in Norwegian cities. Analyses based on data for 2002-2009*. Report 1145. Oslo, Institute of Transport economics.
- Elvik, R. & R. Muskaug. (1994). *Konsekvensanalyser og trafikksikkerhet*. TØI-rapport 281. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. & Skaansar, E. (1989). *Utviklingen av bilenes fartsressurser etter ca 1960*. Arbeidsdokument TST/0158/89. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1985). *Risikoanalyse av fire alternativer for transport av ammoniakk og ammoniumnitrat fra Rjukan fabrikk til Porsgrunn fabrikk*. Arbeidsdokument av 14.10.1985 (prosjekt O-1182). Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1988). *Risiko ved transport av farlig gods på veg - foredrag presentert på NIF-kurs i april 1988*. Arbeidsdokument TS/0018/88. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1993). The effects on accidents of compulsory use of daytime running lights for cars in Norway. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 383-398.
- Elvik, R. (1994). The external costs of traffic injury: definition, estimation and possibilities for internalization. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 719-732.

- Elvik, R. (1995). An analysis of official economic valuations of traffic accident fatalities in 20 motorized countries. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 237-247.
- Elvik, R. (1995A). *Virkninger av bilbelter i Norge*. Arbeidsdokument TST/0667/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1995B). *Virkninger av påbud om sikring av barn i bil i Norge*. Arbeidsdokument TST/0684/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1996A). *Virkninger av fotgjengerrefleks på antall fotgjengerulykker i mørke*. Arbeidsdokument TST/0704/1996. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1996B). *Potensielle virkninger på ulykker og tidsbruk i trafikken av en toppfartssperre på motor kjøretøy*. Arbeidsdokument TST/0748/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1997). *Problemmotat: Gang- og sykkeltrafikk: Framkommelighet, trafikksikkerhet og miljø*. Arbeidsdokument TST/0820/97. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1999). *Cost-benefit analysis of safety measures for vulnerable and inexperienced road users*. TØI-rapport 435, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1999). The effects on accidents of studded tires and laws banning their use: a meta-analysis of evaluation studies. *Accident Analysis and Prevention*, **31**, 125-134.
- Elvik, R. (2003). How would setting policy priorities according to cost-benefit analyses affect the provision of road safety? *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 557-570.
- Elvik, R. (2006). Are individual preferences always a legitimate basis for evaluating the costs and benefits of public policy? The case of road traffic law enforcement. *Transport Policy*, **13**, 379-385.
- Elvik, R. (2007). *Prospects for improving road safety in Norway*. Report 8897. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. (2010). *Utviklingen i oppdagelsesrisiko for trafikkforsøelser*. Rapport 1059. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2010B). A restatement of the case for speed limits. *Transport Policy*, **17**, 196-204.
- Elvik, R. (2011). Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001. *Accident Analysis and Prevention*, **43**, 1245-1251.
- Elvik, R. (2011A). *A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and road safety*. Paper AAP-D-11-00795 submitted to Accident Analysis and Prevention, December 31.
- Elvik, R. (2011B). *NTP 2014-2023: Bidrag til grunnlag for mål for maksimalt antall drepte og hardt skadde i 2024*. Arbeidsdokument SM/2270/2011. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2012). *Oppdaterte beregninger av sikkerhetsgevinster ved bedre overholdelse av fartsgrenser*. Arbeidsdokument 50003. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A.H. (2004). *Speed and road accidents: an evaluation of the power model*. TØI report 740/2004. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R., Christensen, P. & Fjell Olsen, S. (2003). *Daytime running lights*. TØI-Report 688/2003. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R., Fridstrøm, L., Kaminska, J. & Meyer, S. F. (2012). *Effects on accidents of changes in the use of studded tyres in major cities in Norway: a long-term investigation*. Unpublished manuscript. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Elvik, R., Høye, A. & Bjørnskau, T. (2014). *Forklaringer på ulykkesutviklingen i vegtrafikken*. TØI-rapport.
- Elvik, R., Mysen, A. B., Vaa, T. (1997). *Trafikksikkerhetsbåndbok. Tredje utgave*. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., T. Vaa & E. Østvik. (1989). *Trafikksikkerhetsbåndbok. Oversikt over virkninger, kostnader og offentlige ansvarsforhold for 84 trafikksikkerhetstiltak*. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Eriksen, K. S., Markussen, T. & Pütz, K. (1999). *Marginal kostnader ved transportvirksomhet*. TØI rapport 464. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Erke, A. & Elvik, R. (2007). *Making vision zero real: Preventing pedestrian accidents and making them less severe*.
- Erke, A. (2008). Effects of electronic stability control (ESC) on accidents: A review of empirical evidence. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 167-173.
- Ernst, R. & L. Hippchen. (1974). *Zur Auswirkung der Spikesreifenverwendung auf den Verkehrsablauf. Strassenbau und Strassenverkehrstechnik*, Heft 170. Bundesminister für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn.
- ETSC. (2006). *Conspicuity and road safety*. ETSC Fact Sheet, 09.
- European Commission (2005). *Cost-benefit assessment and prioritisation of vehicle safety technologies*. European Commission Directorate General Energy and Transport: Interim Report.
- European Transport Safety Council (ETSC). (2003). *Cost effective EU transport safety measures*. Draft report. Brussels, ETSC.
- Evans, L. & M. C. Frick. (1988). Helmet effectiveness in preventing motorcycle driver and passenger fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 447-458.
- Evans, L. & M. C. Frick. (1992). *Driver fatality risk in two-car crashes - dependence on masses of driven and striking car*. Paper 920480. 71st Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC.
- Evans, L. & M. C. Frick. (1993). Mass ratio and relative driver fatality risk in two-vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 213-224.
- Evans, L. & P. H. Gerrish. (1996) Antilock brakes and risk of front and rear impact in two-vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 315-323.
- Evans, L. & P. Wasielewski. (1987). Serious or fatal driver injury rate versus car mass in head-on crashes between cars of similar mass. *Accident Analysis and Prevention*, **19**, 119-131.

- Evans, L. (1984). Driver fatalities versus car mass using a new exposure approach. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 19-36.
- Evans, L. (1985A). Driver behavior revealed in relations involving car mass. In: *Human behavior and traffic safety*, 337-353. (Evans, L. & R. C. Schwing eds). Plenum Press, New York, NY.
- Evans, L. (1985B). Driver age, car mass and accident exposure - a synthesis of available data. *Accident Analysis and Prevention*, **17**, 155-170.
- Evans, L. (1986). The effectiveness of safety belts in preventing fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 229-241.
- Evans, L. (1987). Belted and unbelted driver accident involvement rates compared. *Journal of Safety Research*, **18**, 57-64.
- Evans, L. (1988). Rear seat restraint system effectiveness in preventing fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 129-136.
- Evans, L. (1990A). Restraint effectiveness, occupant ejection from cars, and fatality reductions. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 167-176.
- Evans, L. (1990B). Discussion of «The problem of compatibility in car-to-car collisions» by Thomas et al. *34th Annual Proceedings of Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 269-273, October 1-3, 1990, Scottsdale, Arizona.
- Evans, L. (1991). Airbag effectiveness in preventing fatalities predicted according to type of crash, driver age, and blood alcohol concentration. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 531-51.
- Evans, L. (1994). Driver injury and fatality risk in two-car crashes versus mass ratio inferred using Newtonian mechanics. *Accident Analysis & Prevention*, **26(5)**, 609-616.
- Evans, L. (1996). Safety-belt effectiveness: the influence of crash severity and selective recruitment. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 423-433.
- Evans, L. (2001). Causal influence of car mass and size on driver fatality risk. *American Journal of Public Health*, **91**, 1076-1081.
- Evans, L. (2004). *Airbag benefits, airbag costs*. Science Serving Society, SAE International.
- Evans, W. N. & J. D. Graham. (1990). An estimate of the lifesaving benefit of child restraint use legislation. *Journal of Health Economics*, **9**, 121-142.
- Evans, W. N. & J. D. Graham. (1991). Risk Reduction or Risk Compensation? The Case of Mandatory Safety-Belt Use Laws. *Journal of Risk and Uncertainty*, **4**, 61-73.
- Ewerhart, F. (2002). *Entwicklung und vergleichende Bewertung einer videobasierten Kurvenlichtsteuerung für adaptive Kraftfahrzeugscheinwerfer*. Dissertation. Technische Universitaet Ilmenau.
- Ewerhart, F., Wolf, S. & Gall, D. (2001). *Video based curve light system - Sensor, system and results*. Paper presented at the Progress in Automobile Lighting, vol. 8, 252-265.
- Fails, A., & Minton, R. (2001). *Comparison of Euro NCAP assessments with injury causation in accidents*. TRL Ltd, Crowthorne, Berkshire Document(319).
- Fancher, P. & Ervin, R. (1994). Implications of intelligent cruise control (ICC) systems for the driver's supervisory role. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 2071-2078. Paris.
- Farber, E. & D. Bailey, D. (1993). Using the REAMACS model to compare the effectiveness of alternative rear end collision -warning systems. Paper presented at *the conference Strategic Highway Research Program (SHRP) and Traffic Safety on Two Continents*, Hague, The Netherlands.
- Farber, E. & M. Paley. (1993). Using freeway traffic data to estimate the effectiveness of rear-end collision countermeasures. Paper presented at *the conference Strategic Highway Research Program (SHRP) and Traffic Safety on Two Continents*. Hague, The Netherlands.
- Farmer, C. M. & Lund, A. K. (2002). Rollover risk of cars and light trucks after accounting for driver and environmental factors. *Accident Analysis & Prevention*, **34(2)**, 163-173.
- Farmer, C. M. & Williams, A. F. (2002). Effects of daytime running lights on multiple-vehicle daylight crashes in the United States. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 197-203.
- Farmer, C. M. (1996). Effectiveness estimates for center high mounted stop lamps: a six-year study. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 201-208.
- Farmer, C. M. (2001). New evidence concerning fatal crashes of passenger vehicles before and after adding antilock braking systems. *Accident Analysis & Prevention*, **33(3)**, 361-369.
- Farmer, C. M. (2008). *Crash avoidance potential of five vehicle technologies*. Report. Insurance Institute for Highway Safety.
- Farmer, C. M. (2010). *Effects of electronic stability control on fatal crash risk*. Report. Insurance Institute for Highway Safety.
- Farmer, C. M., Braver, E. R. & Mitter, E. L. (1997). Two-vehicle *side impact crashes*: The relationship of vehicle and crash characteristics to injury severity. *Accident Analysis & Prevention*, **29(3)**, 399-406.
- Farmer, C.M. (2005). Relationships of frontal offset crash test results to real world driver fatality rates. *Traffic Injury Prevention*, **6**, 31-37.
- Farmer, C.M. (2006). Another Look at Meyer and Finney's 'Who Wants Airbags?'. *Cbance*, **19**, 15-24.
- Farmer, C.M. (2006). Effects of electronic stability control: An update. *Traffic Injury Prevention*, **7**, 319-324.
- Fast, P. T. (1994). Field test of UV-headlamps at a 100 km test site. In: *Towards an Intelligent Transport System, Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, 2172-2179, Paris.
- FDM. (2010). *Montering af daek*, from <http://www.fdm.dk/bilen-til-daglig/daek/montering-af-daek> (last accessed 07/06/2010).
- Ferguson, S. A., A. K. Lund & M. A. Greene. (1995). *Driver Fatalities in 1985-1994 Airbag Cars*. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington VA.

- Figenbaum, E. & Kolbenstvedt, M. (2013). *Elektromobilitet I Norge - erfaringer og muligheter med elkjøretøy*. TØI-rapport 1276/2013. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Figenbaum, E., Kolbenstvedt, M. & Elvebakk, B. (2014). *Electric vehicles - environmental, economic and practical aspects*. TØI-rapport 1329/2013. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Fildes, B., Deery, H. & Vulcan, P. (1997). A preliminary analysis of the effectiveness of airbag technology in reducing seatbelt injuries. *Proceedings of the 1997 International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact. Hannover, Germany*, pp-387-397.
- Fildes, B., Deery, H., Lenard, J., Kenny, D., Edwards-Coghill, K. & Jacobsen, S. (1996). Effectiveness of airbags in Australia. *15th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Melbourne, Australia.*, Paper 96-S6-O-17.
- Fildes, B., Keall, M., Thomas, P., Parkkari, K., Pennisi, L., & Tingvall, C. (2013). Evaluation of the benefits of vehicle safety technology: The munds study. *Accident Analysis & Prevention*, **55**, 274-281.
- Finvers, K.A., Strother, R.T. & Mohtadi, N. (1996). The Effect of Cycling Helmets in Preventing Significant Bicycle-Related Injuries in Children. *Clinical Journal of Sport Medicine*, **6**, 102-107.
- Fitch, G. M., Blanco, M., Morgan, J. F., Rice, J. C., Wharton, A., Wierwille, W. W., & Hanowski, R. J. (2010). *Human performance evaluation of light vehicle brake assist systems: Final report*. Report DOT HS 811 251. Center for Truck and Bus Safety Virginia Tech Transportation Institute, 3500 Transportation Research Plaza (0536) Blacksburg, VA 24061.
- Flannagan, M. J. (2001). *The safety potential of current and improved front fog lamps*. Report UMTRI 2001-40. The University of Michigan Transportation Research Institute.
- FMCSA. (2005). *Compliance review effectiveness model: Results for carriers with compliance reviews in 2002*: Report FMCSA-RI-05-036. Washington DC: Federal Motor Carrier Safety Administration.
- Foldvary, L. A. & J. C. Lane. (1974). The effectiveness of compulsory wearing of seat-belts in casualty reduction. *Accident Analysis and Prevention*, **6**, 59-81.
- Folkhelseinstituttet (2007). *Piggdekk*. Faktaark publisert juni 2005, med oppdateringer av mars 2007.
- Folks, W. R., & Kreysar, D. (2000). *Front fog lamp performance, Human factors in 2000: Driving, lighting, seating comfort and harmony in vehicle systems*, SP-1539 (pp. 47-55). Warrendale, Pennsylvania: Society of Automotive Engineers.
- Folksam (2009). *Statistics published by Folksam*, <http://folksam.se/testergodarad/bilen/krocktest/statistik> (accessed 14.04.2009).
- Fontaine, H. & Y. Gourlet. (1994). *Sécurité des véhicules et de leurs conducteurs*. Rapport INRETS 175. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Paris.
- Forbundet for Overnatting- og Serveringsnæringen (1994). Norway 1994. Camping Guide. Oslo.
- Forckenbrock, D. J. & Hanley, P. F. (2003). Fatal crash involvement by multiple-trailer trucks. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **37**(5), 419-433.
- Forlaget Last og Buss A/S. (1995). *Kjøretøysforskriften. Ajourført pr 1. november 1994*. Forlaget Last og Buss A/S, Oslo.
- Forlaget Last og Buss AS. (1997). *Kjøretøysforskriften nr 1, 1997. Ajour pr 1. april 1997*. Forlaget Last og Buss AS, Oslo.
- Fortenberry, J. C. & D. B. Brown. (1982). Problem identification, implementation and evaluation of a pedestrian safety program. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 315-322.
- Fosser, S. & Christensen, P. (1992). *Mopedtrimming og trafiksikkerhet*. TØI-rapport 131. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. & H. Teigen. (1981). *Mønsterdybde i dekk på person- og varebiler i trafikken vinteren 1981*. TØI-notat 558. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. & I-A. Sætermo. (1995). *Vinterdekk med eller uten pigger - betydning for trafiksikkerheten*. Rapport 310. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. & Ingebrigtsen, S. (1991A). *Dekkstandardens betydning for trafikkulykker om vinteren*. Rapport 75. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. & Ingebrigtsen, S. (1991B). *Dekkstandardens betydning for person- og varebilføreres fartsvalg på glatt føre*. TØI-notat 947. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. & P. Christensen. (1992). *Mopedtrimming og trafiksikkerhet*. TØI-rapport 131. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1979). *Underkjøringsbinder på godsbiler. En analyse av mulighetene for å redusere skadeomfanget mellom godsbiler og andre trafikanter*. TØI Rapport 1979. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S. (1979A). *Dekkutrustning på vogntog og lastebiler om vinteren*. TØI-notat 503. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1979B). *Underkjøringsbinder på godsbiler. En analyse av mulighetene for å redusere skadeomfanget mellom godsbiler og andre trafikanter*. Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1984A). *Effektmåling av forsikringsbransjens refleksaksjon i 1983*. Arbeidsdokument av 4.1.1984, prosjekt O-717. Resultater fra formåling i 1982 og ettermåling i 1983. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1984B). *Sikkerhetsutstyr på lastebiler og vogntog*. Arbeidsdokument revidert 21.12.1984 (prosjekt O-582 tunge kjøretøy). Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1986). *Bremseforsøk med barnesykler*. TØI-notat 767. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1987). *Feil og mangler ved vogntog kontrollert på Solum utekontrollstasjon ved E18 i Vestfold*. TØI-Notat 825. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S. (1994). *Dekktyper på personbiler hver vinter fra 1991/92 til 1993/94*. Rapport 277. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1995). *Bilbelte- og hjelmbruk fra 1973 til 1993*. TØI-notat 996. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S., Christensen, P. & Fridstrøm, L. (2000). Older cars are safer. In *10th International Conference on Traffic Safety on Two Continents*, 243-251.

- Fosser, S., Christensen, P. (1992). *Mopedtrimming og trafiksikkerhet*. TØI-rapport 131. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S., T. Vaa & A. K. Torp. (1992). *Sikring av barn og voksne i bil. Et informasjonshefte om bilbelter, barnesikring og luftputer - lovgivning, sikkerhetseffekt, bruk og feilbruk*. Rapport 111. Transportøkonomisk institutt og Gjensidige forsikring, Oslo.
- Fosser, S.; Ingebrigtsen, S. (1991A). Dekkstandardens betydning for trafikkuulykker om vinteren. Rapport 75. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S.; Ingebrigtsen S. (1991B). *Dekkstandardens betydning for person- og varebilføreres fartsvalg på glatt fore*. TØI-notat 947. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S.; Sætermo, I-A. (1995). *Vinterdekk med eller uten pigger - betydning for trafiksikkerheten*. Rapport 310. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S.; Teigen, H. (1981). *Mønsterdybde i dekk på person- og varebiler i trafikken vinteren 1981*. TØI-notat 558. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Frampton, R., & Thomas, P. (2007). *Effectiveness of electronic stability control systems in Great Britain*. Paper presented at the PPAD 9/33/99 (C) 15th March 2007.
- Frampton, R., Sferco, R., Welsh, R., Kirk, A. & Fay, P. (2000). Effectiveness of airbag restraints in frontal crashes: What European field studies tell us. *Proceedings of the 2000 International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact*, September 20-22, Montpellier, Frankrike, s. 425-438.
- Frampton, R., Welsh, R., Kirk, A., Sferco, R., Sullivan, K. & Fay, P. (2000). *The effect of frontal airbags on belted driver injury patterns in Europe and the US – Where do future priorities lie?* Conference proceedings, <http://de.scientificcommons.org/891915>
- Frampton, R., Williams, O., & Thomas, P. (2004). *Factors related to serious injury in post-NCAP European cars involved in frontal crashes*. Paper presented at the Annual Proceedings/Association for the Advancement of Automotive Medicine.
- Fredén, S. (1994). *Användning av analysmetoden - Ett fiktivt beräkningsexempel*. VTI-rapport 387:6. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Fredette, M., Mambu, L. S., Chouinard, A. & Bellavance, F. (2008). Safety impacts due to the incompatibility of SUVs, minivans, and pickup trucks in two-vehicle collisions. *Accident Analysis & Prevention*, **40(6)**, 1987-1995.
- Fredriksen, P. (1971). *Bilbrande opstået i forbindelse med færdselsuheld*. RfT-rapport 10. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Fridstrøm, L. (2000). *Piggfrie dekk i de største byene*. TØI rapport 493. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Friedel, B., K-P. Glaeser & R. Krupp. (1992). Kopfstützen in Personenkraftwagen. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, **38**, 4-9.
- Fuji, S., Fukushima, M., Abe, A., Ogawa, S., Fujita, H., Sunakawa, T., et al. (2005). *Vehicle front structures in consideration of compatibility*. In S. H. Backaitis (Ed.), *Vehicle compatibility in automotive crashes*. PT-102. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.
- Fulton, E. J., C. Kirkby & P. G. Stroud. (1980). *Daytime motorcycle conspicuity*. TRRL Supplementary Report 625. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
- Fyhri, A. (2012). *Trafiksikkerhetstilstanden 2011 - Befolkningens kunnskaper, atferd og holdninger*, TØI rapport 1194, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Gabella, B., Reiner, K.L., Hoffman, R.E. et al. (1995). Relationship of helmet use and head injuries among motorcycle crash victims in El Paso county, Colorado, 1989-1990. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 363-369.
- Gabestad, K. O. & A. Ragnøy. (1986). *Samfunnsøkonomiske vurderinger av piggdekkforbud*. TØI-notat 798. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Gabestad, K. O. (1979). *Eie og bruk av campingtilbenger*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Gabler, H. C. & Hollowell, W. T. (2000). The crash compatibility of cars and light trucks. *Traffic Injury Prevention*, **2(1)**, 19-31.
- Gabler, H. C., & Hollowell, W. T. (2005). *The aggressivity of light trucks and vans in traffic crashes*. In S. H. Backaitis (Ed.), *Vehicle compatibility in automotive crashes*. PT-102. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.
- Garber, N. J. & R. Gadiraju. (1992). Impact of Differential Speed Limits on the Speed of Traffic and the Rate of Accidents. *Transportation Research Record*, **1375**, 44-52.
- Geedipally, S., Turner, P., & Patil, S. (2011). Analysis of motorcycle crashes in Texas with multinomial logit model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, **2265**, 62-69.
- Gehre, C., Kramer, S., Schindler, V. (2003). *Seitenairbag und Kinderrueckhaltesystem*. Technische Universitaet Berlin, Institut fuer Strassen- und Schienenverkehr (ILS). Abschlussbericht zum Forschungsprojekt 82.176/2000 (ITRD-Nummer D707307) der Bundesanstalt fuer Strassenwesen.
- Gershon, P., & Shinar, D. (2013). Increasing motorcycles attention and search conspicuity by using alternating-blinking lights system (ABLS). *Accident Analysis & Prevention*, **50(0)**, 801-810.
- Gershon, P., Ben-Asher, N., & Shinar, D. (2012). Attention and search conspicuity of motorcycles as a function of their visual context. *Accident Analysis & Prevention*, **44(1)**, 97-103.
- Gies, S. (1991). *Die Sicherheitsrelevanz neuer Fahrhilfen in Kraftfahrzeugen*. Forschungsbericht 238. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Gish, K., Shoulson, M. & Perel, M. (2002). *Driver behavior and performance using an infrared night vision enhancement system*. Paper presented at the National Research Council, Transportation Research Board 81st Meeting, Washington D.C.,
- Gish, K., Staplin, L. & Perel, M. (1999). Human factors issues related to use of vision enhancement systems. *Transportation Research Record*, **1694**, 1-9.

- Gjensidigeforsikring (1996). *Evalueringsav «Hold avstand» 1996*. Gjensidigeforsikring, Skadeforebyggendesektor, Lysaker.
- Glad, A. (1988). *Piggdekkstandard og ulykkesrisiko. Forslag til gjennomføring av en undersøkelse og resultater fra en forundersøkelse*. Arbeidsdokument TS/0049/88. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Glad, A., T. Assum & E. Bjørgum. (1985). *Kjøremåte, bilvedlikehold og drivstofforbruk. Grunnlagsmateriale for en kampanje for drivstoffparing blant vanlige bilister*. Rapport NOR. Nordisk Ministerråds Sekretariat, Oslo.
- Glass, R.J., Segui-Gomez, M. & Graham, J.D. (2000). Child passenger safety: Decisions about seating location, airbag exposure, and restraint use. *Risk Analysis*, **20**, 521-527.
- Gordon, C. P. (2009). Crash Studies of Driver Distraction. In M. A. Regan, J. D. Lee & K. L. Young (Eds.), *Driver Distraction: Theory, effect and mitigation* (pp. 281-304). London: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Graham, J.D., Goldie, S.J., Segui-Gomez, M., Thompson, K.M., Nelson, T., Glass, R., Simpson, A. & Woerner, L. (1998). Reducing risks to children in vehicles with passenger airbags. *Pediatrics*, **102**, 1-7.
- Green, D. (2006). A Comparison of Stopping Distance Performance for Motorcycles Equipped with ABS, CBS and Conventional Hydraulic Brake Systems, *International Motorcycle Safety Conference*. Long Beach, California, March 28 - March 30, 2006.
- Green, P. (1979). *Automobile Multifunction Stalk Controls: Literature, Hardware & Human Factors Review*. Technical report No UM-HSRI-79-78. Ann Arbor, Highway Safety Research Institute.
- Green, P. E., & Woodroffe, J. (2006). The estimated reduction in the odds of loss-of-control type crashes for sport utility vehicles equipped with electronic stability control. *Journal of Safety Research*, **37(5)**, 493-499.
- Grime, G & Hutchinson, T.P. (1979A). Vehicle mass and driver injury. *Ergonomics*, **22**, 93-104.
- Grime, G & Hutchinson, T.P. (1979B). *Some implications of vehicle-weight for the risk of injury to drivers*. Research Report. Transport Studies Group, University College London.
- Grime, G. (1987). *Handbook of road safety research*. Butterworth, London.
- Grimm, M. (2001). *Improved nighttime visibility for drivers through dynamic bend lighting*. Paper presented at the Progress in Automobile Lighting, vol. 8, 339-347.,
- Grøndahl Dreyer. (1995). *Vegtrafikklovgivningen. Ajourført pr 1. februar 1995*. Grøndahl Dreyer, Oslo.
- Group, O. R. R. (1976). *Adverse weather, reduced visibility and road safety*. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Grush, E.S., Marsh IV, J.C. 67 South, N.E. (1983). Comparison of high-speed crash test results with fatality rates. In: *Proceedings of the 27th Annual Conference of the American Association for Automotive Medicine*, Arlington Heights, IL, 189-209.
- Grygier, P. A., Garrott, W. R., Salaani, M. K., Heydinger, G. J., Schwarz, C., Brown, T., m.fl. (2007). *Study of heavy truck air disc brake effectiveness on the national advanced driving simulator*. Paper Number 07-0290. Enhanced Safety of Vehicles Conference, Lyon, France.
- Gueler, M., Atahan, A., & Bayram, B. (2009). *Effectiveness of passenger seat belt usage on the rollover crashworthiness of an intercity coach*. Paper presented at the Proceedings of the 21st (ESV) International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Stuttgart, Germany.
- Guerin, D. & D. P. MacKinnon. (1985). An Assessment of California Child Passenger Restraint Requirement. *American Journal of Public Health*, **75**, 142-144.
- Gwehenberger, J., Schwaben, I., Spörner, A., & Kubitzki, J. (2006). *Schwerstunfälle mit Motorrädern - Analyse der Unfallstruktur und der Wirksamkeit von ABS*. VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, **Issue 1**. Springer Automotive Media / GWV Fachverlage GmbH.
- Hacker, W. (1998). *Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Bern: Hans Huber.
- Hagel, B. E., Lamy, A., Rizkallah, J. W., Belton, K. L., Jhangri, G. S., Cherry, N., & Rowe, B. H. (2007). The prevalence and reliability of visibility aid and other risk factor data for uninjured cyclists and pedestrians in Edmonton, Alberta, Canada. *Accident Analysis & Prevention*, **39(2)**, 284-289.
- Hagen, K-E. (1993). *Samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafiksikkerhetstiltak*. TØI-rapport 182. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1995). *Analyse av kostnadsutviklingen i innenlandske godstransporter. Sammenlikning med nordiske land*. TØI-rapport 297. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagman, R. & Kolbenstvedt, M. (2013). *Elektrifisering av bilparken*. Tiltakskatalog.no - transport, miljø og klima, Transportøkonomisk institutt, http://tiltaks katalog.no/c-1-4.htm#anchor_147634-800
- Hagman, R., Berntsen, M. & Ørjasæther (2002). *Characterization of tailpipe exhaust emissions from 6 modern diesel passenger cars in demanding conditions*. TI report 18.08. 2002
- Hagman, R., Gjerstad, K.I. & Amundsen, A.H. (2011). *NOx - utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer. Utfordringer og muligheter frem mot 2025*. TØI rapport 1168/2011. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hakkert, A. S. (1969). The economic savings from wearing seat belts. *Accident Analysis and Prevention*, **1**, 153-158.
- Hakkert, A. S., D. M. Zaidel & E. Sarelle. (1981). Patterns of safety belt usage following introduction of a safety belt wearing law. *Accident Analysis and Prevention*, **13**, 65-82.
- Haldorsen, I. (2011). *Dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken 2010*. VD rapport 51. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Hamilton, C., & Barbato, C. (2005). *Who drives 4WD?* Australia Institute Webaper.
- Hankey, J., Bakanco, M., Gibbons, R. B., McLaughlin, S. & Dingus, T. A. (2005). *Enhanced night visibility series, Vol I Executive Summary*. Report FHWA-HRT-04-132. Blacksburg, VA: Virginia Tech Transportation Institute.

- Hankins, K.D., Morgan, R.B., Ashkar, B. & Tutt, P.R. (1971). Influence of Vehicle and Pavement Factors on Wet-Pavement Accidents. *Highway Research Record*, **376**, 66-84.
- Hanna, R. (2009). *Incidence of Pedestrian and Bicyclist Crashes by Hybrid Electric Passenger Vehicles*. Report DOT HS 811 204. Office of Traffic Records and Analysis Mathematical Analysis Division.
- Hansen, L. K. (1993). *Kørellys i Danmark. Effektvurdering af påbudt kørellys i dagtimerne*. Notat 2/1993. Rådet for Trafik-sikkerhedsforskning, København.
- Hansen, L. K. (1995). *Kørellys. Effektvurdering baseret på ubeldstal efter knap 3 års erfaring med kørellys*. Arbejdsrapport 1/1995. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Haque, M. M., Chin, H. C., & Debnath, A. K. (2012). An investigation on multi-vehicle motorcycle crashes using log-linear models. *Safety Science*, **50(2)**, 352-362.
- Haque, M. M., Chin, H. C., & Huang, H. (2009). Modeling fault among motorcyclists involved in crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **41**, 327-335.
- Hare, C. T. & Hemion, R. H. (1968). *Headlamp beam usage on U.S. highways. Final Report on Phase III*. (AR-66). San Antonio: South West Research Institute.
- Harless, D.W. & Hoffer, G.E. (2007). Do laboratory frontal crash test programs predict driver fatality risk? Evidence from within vehicle line variation in test ratings. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 902-913.
- Harms, P. L. (1992). *Crash injury investigation and injury mechanisms in road traffic accidents. State-of-the-art review*. HMSO, 1992 (on behalf of the Transport Research Laboratory). London.
- Harrison, W. A., & Christie, R. (2005). Exposure survey of motorcyclists in new south wales. *Accident Analysis & Prevention*, **37(3)**, 441-451.
- Hartemann, F., Thomas, C., Henry, C. et al. (1977). Belted or Not-Belted: The Only Difference Between Two Matched Samples of 200 Car Occupants. Paper 770917. *Proceedings of Twenty-First Stapp Car Crash Conference*, 97-150.
- Hartunian, N.S., Smart, C.N., Willemain, T.R. & Zador, P.L. (1983). The Economics of Safety deregulation: Lives and Dollars Lost due to Repeal of Motorcycle Helmet Laws. *Journal of Health Politics, Policy and Law*, **8**, 76-98.
- Harvey, A. C. & J. Durbin. (1986). The Effects of Seat Belt Legislation on British Road Casualties: A Case Study in Structural Time Series Modelling. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, **149**, 187-227.
- Harwin, E. A. & Brewer, H. K. (1991). Vehicle rollover stability and rollover risk. *Accident Reconstruction Journal*, **May/June 1991**, 22-23, 33.
- Harwin, E.A. & H. K. Brewer. (1990). Analysis of the relationship between vehicle rollover stability and rollover risk using the NHTSA CARDfile accident database. *Journal of Traffic Medicine*, **18**, 109-122.
- Hashemi, S. M. R., Walton, A. C. & Anderson, J. C. (2006). *DfT support for VC-COMPAT (Improvement of Vehicle Crash Compatibility Through the Development of Crash Test Procedures)*. Bedford, UK: Cranfield Impact Centre.
- Hausotter, W. (2000). Fahrradunfälle mit und ohne Fahrradhelm. *Versicherungsmedizin* **52**, 28-32.
- Haworth, N. & Symmons, M. (2003). *Review of truck safety - Stage 2: Update of crash statistics*. Monash University Accident Research Centre - Report #205.
- Haworth, N., & Mulvihill, C. (2005). *Review of motorcycle licensing and training*. Report No. 240. Victoria, Australia: MUARC.
- Haworth, N., & Schulze, M. (1996). *Motorcycle crash countermeasures: Literature review and implementation workshop*. MUARC Report No. 87. Monash University Accident Research Centre. Kew Victoria, Australia.
- Haworth, N., Smith, R., Brumen, I. & Pronk, N. (1997). *Case-control study of motorcycle crashes*. Report CR 174. Clayton, VIC, Monash University Accident Research Centre.
- Hedalen T. (1994). *Vegslitasje - partikkelstørrelsesfordeling*. STF36 A94011, Trondheim: SINTEF Bergteknikk, desember 1994.
- Helmers, G. & K. Rumar. (1974). *High beam intensity and obstacle visibility*. Report 150. Department of psychology, University of Uppsala.
- Helmers, G. & U. Ytterbom. (1984). *Visibility Effects of a Rapidly Fading High Beam as an Option to the Ordinary Low Beam*. VTI-report 275A. Swedish Road and Traffic Research Institute, Linköping.
- Helmers, G. (1988). *Daytime running lights - a potent traffic safety measure?* VTI-report 333A. Swedish Road and Traffic Research Institute, Linköping.
- Helmers, G., M. Fernlund & U. Ytterbom. (1990). *Optimisation of the low beam pattern of illumination. Some experimental results related to the illumination above the cut-off*. VTI-report 353A. Swedish Road and Traffic Research institute, Linköping.
- Helmers, G., U. Ytterbom & S-O. Lundkvist. (1993). *Upptäcktsavstånd till hinder på vägen i UV-ljus. Mätning i en simulerad fullskalig trafiksituation*. TFB & VTI forskning/research 9, 1993. Transportforskningsberedningen og Statens väg- och trafikinstitut, Stockholm og Linköping.
- Helmers, G.; Törnros, J. (1983). *Högtplacerade, extra bromsljus - litteraturstudieochanalys*. VTI-rapport 261. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Hendrie, D., Legge, M., Rosman, D. & Kirov, C. (1999). *An economic evaluation of the mandatory bicycle helmet legislation in Western Australia*. Report by the Road Accident Prevention Research Unit, Department of Public Health, The University of Western Australia, Nedlands, WA 6907.
- Heng, K.W.J., Lee, A.H., Zhu, S., Tham, K.Y., Seow, E. (2006). Helmet use and bicycle-related trauma in patients presenting to an acute hospital in Singapore. *Singapore Medical Journal* **47**, 367-372.

- Hertz, E., J. Hilton & D. M. Johnson. (1995A). *An analysis of the crash experience of light trucks equipped with antilock braking systems*. Report DOT HS 808 278. US Department of Transportation, National Highway traffic Safety Administration, Washington DC.
- Hertz, E., J. Hilton & D. M. Johnson. (1995B). *An analysis of the crash experience of Passenger Cars Equipped with Antilock Braking Systems*. Report DOT HS 808 279. US Department of Transportation, National Highway traffic Safety Administration, Washington DC.
- Hertz, R. P. (1988). Tractor-trailer driver fatality: The role of nonconsecutive rest in a sleeper berth. *Accident Analysis & Prevention*, **20**(6), 431-439.
- Highway Loss Data Institute (HLDI). (1995). *Three Years On-the-Road Experience with Antilock Brakes*. HLDI Special Report A-47. Highway Loss Data Institute, Arlington, Va.
- Highway Loss Data Institute. (2009). *Motorcycle antilock braking system (ABS)*. Insurance Special Report A-81. Highway Loss Data Institute
- Highway Loss Data Institute. (2012). *Mercedes-Benz collision avoidance features: Initial results*. Highway loss data institute: Bulletin, **29**(7).
- Highway Safety Foundation. (1971). *A study of relationships between tire tread depth and the likelihood of accident involvement*. The Highway Safety Foundation, (sitert etter Dijks 1976). Mansfield, Ohio.
- Hisdal, B. (1974A). *Kjøretøyers lysbruk og trafikksikkerhet: nærllys og lyktinnstilling*. SI-rapport. Sentralinstituttet for industriell forskning, Oslo.
- Hisdal, B. (1974B). *Kjøretøyers lysbruk og trafikksikkerhet: kurve-tåkelys*. SI-rapport. Sentralinstituttet for industriell forskning, Oslo.
- Hisdal, B. (1975). *Kjøretøyers lysbruk og trafikksikkerhet: justering av nærllys*. SI-rapport. Sentralinstituttet for industriell forskning, Oslo.
- Hisdal, B. (1976). *Kjøretøyers lysbruk og trafikksikkerhet. Retroreflekterende kjennemerker*. Sentralinstitutt for industriell forskning, Oslo.
- Hjälmdahl, M. & Vårhelyi, A. (2004). Speed regulation by in-car active accelerator pedal – effects on driver behaviour. *Transportation research part F*, **7**, 77-94.
- Hjelle, H. (2003). *A foundation of road use charges*. Thesis submitted to The Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Faculty of Engineering, Science and Technology, Department of Civil and Transport Engineering. Thesis no. 2003-49.
- Hobbs, C. A & P. J. Mills. (1984). *Injury probability for car occupants in frontal and side impacts*. TRRL Laboratory Report 1124. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Hobbs, C. A. (1978). *The effectiveness of seat belts in reducing injuries to car occupants*. TRRL Laboratory Report 811. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Hobbs, C. A. (1981). *Car occupant injury patterns and mechanisms*. TRRL Supplementary Report 648. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Hocherman, I. & A. S. Hakkert. (1991). The use of daytime running lights during the winter months in Israel - evaluation of a campaign. *Proceedings of the third workshop of ICTCT in Cracow, Poland*, November 1990, 123-131. Bulletin 94, Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering, University of Lund.
- Hoffman, G. R. (1977). The effectiveness of the helmet for the motorcyclist (machine under 50cc) and the importance of alcoholism in traffic accidents. *Journal of Traffic Medicine*, **5**, 36-37.
- Hofmann, E. R. (1966). Note on detection of vehicle velocity changes. *Human Factors*, **8**, 139-141.
- Högström, K., L. Svenson & B. Thörnquist. (1974). *Olycksfalls undersökning. Dödsolyckor tung lastvagn/personvagn*. Rapport 2. AB Volvo Lastvagnar Trafiksäkerhetsavdelingen, Göteborg.
- Högström, K., Svenson, L. & Thörnquist, B. (1973). *Olycksfallsundersökning. Tung lastvagn/oskydad trafikant*. Rapport 1. AB Volvo Lastvagnar Trafiksäkerhetsavdelingen, Göteborg.
- Högström, K., Svenson, L. & Thörnquist, B. (1974). *Dödsolyckor tung lastvagn/personvagn*. Rapport 2. Rapport 2. Göteborg, AB Volvo Lastvagnar Trafiksäkerhetsavdelingen.
- Hole, G.J., Tyrell, L., Langham, M. (1996). Some factors affecting motorcyclists conspicuity. *Ergonomics* **39** (7), 946-965.
- Hollo, P. (1995). Changes of the DRL-regulations and their effect on traffic safety in Hungary. *Paper presented at the conference Strategic Highway Safety Program and Traffic Safety, Prague, The Czech Republic*, September 20-22, 1995. Preprint for sessions on September 21.
- Hollo, P. (1998). Changes in the legislation on the use of daytime running lights by motor vehicles and their effect on road safety in Hungary. *Accident Analysis and Prevention*, **30**, 183-199.
- Horne, J. & Reyner, L. (1995). *Falling asleep at the wheel*. Crowthorne, Transport Research Laboratory. (TRL report 168)
- Horswill, M. S., & Helman, S. (2003). A behavioral comparison between motorcyclists and a matched group of non-motorcycling car drivers: Factors influencing accident risk. *Accident Analysis & Prevention*, **35**(4), 589-597.
- Horswill, M. S., & Plooy, A. M. (2008). Reducing contrast makes speeds in a video-based driving simulator harder to discriminate as well as making them appear slower. *Perception*, **37**, 1269-1275.
- Horswill, M. S., Helman, S., Ardiles, P., & Wann, J. P. (2005). Motorcycle accident risk could be inflated by a time to arrival illusion. *Optometry and Vision Science*, **82**(8), 740-746.
- Høye, A. (2010). *Virkningene av biltiltak*. Arbeidsdokument. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

- Høye, A. (2011). The effects of electronic stability control (ESC) on crashes - an update. *Accident Analysis & Prevention*, **43**(3), 1148-1159.
- Høye, A. (2011). *Utbredelse og virkninger av kjøretøytiltak*. TØI-Arbeidsdokument 50112. Oslo. Transportøkonomisk institutt.
- Hu, J., & Blower, D. (2013). *Estimation of seatbelt and frontal-airbag effectiveness in trucks: U.S. And Chinese perspectives*. Report UMTRI.2013-2. The University of Michigan Transportation Research Institute. Ann Arbor, Michigan.
- Huang, B., & Preston, J. (2004). *A literature review on motorcycle collisions*. Final Report. Oxford: University of Oxford, Transport Studies Unit.
- Huelke, D. F. & C. P. Compton. (1995). The effects of seat belts on injury severity of front and rear seat occupants in the same frontal crash. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 835-838.
- Huelke, D. F., T. E. Lawson & C. J. Marsh. (1977). Injuries, restraints and vehicle factors in rollover car crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **9**, 93-107.
- Huelke, D.F., Lawson, T.E.; Scott, R. & Marsh, J.C. (1977). The Effectiveness of Belt Systems in Frontal and Rollover Crashes. *Journal of Traffic Medicine*, **5**, 1, 8-21.
- Huere, J.F., Foret-Bruno, J.Y., Faverjon, G. & Le Coz, J.Y. (2001). Airbag efficiency in frontal real world accidents. *Proceedings of the 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Amsterdam, 4-7 June 2001, paper 2001-S1-O-193.
- Huhn, W. (1999). *Anforderungen an eine adaptive Lichtverteilung für Kraftfahrzeugscheinwerfer im Rahmen der ECE-Regelung*. München: Herbert Utz Verlag.
- Hummel, T., Kühn, M., Bende, J., & Lang, A. (2011). *Advanced driver assistance systems*. Research Report FS03. German Insurance Association.
- Hurt, H. H., J. V. Ouellet & D. R. Thom. (1981). *Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures. Final Report*, Volume 1, Technical Report. Report DOT-HS-805 862. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC,
- Hurt, H.H. & Wagar, I.J. (1981). Effectiveness of motorcycle safety helmets and protective clothing. *25th Annual Proceedings of Association for the Advancement of Automotive Medicine*, San Francisco, CA.
- Hutchinson, J. W. & R. V. Seyre. (1977). *Recreational vehicle accident investigation study*. Report DOT HS-802 631. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Hvidberg Jørgensen, E. (1977). Undersøgelse af sikkerhedsselelovens virkning ved analyse af data fra 15 danske hospitaler. I: *Virkningen af lov om påbudt brug af sikkerhedssele*, 35-58. RfT-rapport 21, Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Hvoslef, H. (1990). *Yrkesrisiko i transport*. Notat fra Trafikksikkerhetskontoret i Vegdirektoratet, 27.4.1990. Statens vegvesen Vegdirektoratet, Oslo.
- Hvoslef, H. (1997). *Kommentarer fra Japan om trafikk- og ulykkessituasjonen på Hokkaido*. Notat av 21.1.1997. Vegdirektoratet, Stabskontor for kvalitetssikring innenfor trafikksikkerhet og miljø, Oslo.
- IIHS (2010A). *Bumper mismatch is still a problem*. Insurance Institute for Highway Safety, Status Report, **46** (12), 1-3.
- IIHS (2010B). *Insurance losses: Four-door models. 2007-09 models*. Insurance Institute for Highway Safety - Highway Loss Data Institute. http://www.iihs.org/research/hldi/composite_cls.aspx (last accessed 17. feb. 2011).
- Ingebrigtsen, S. & S. Fossler. (1991). *Dekkstandardens betydning for trafikkulykker om vinteren*. TØI-rapport 75. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ingebrigtsen, S. (1989). *Motorsyklar, mopeder og ulykker*. TØI-rapport 30. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ingebrigtsen, S. (1990). *Risikofaktorer ved ferdsel med moped og motorsykel*. TØI-rapport 66. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Insurance Institute for Highway Safety (2005). *Electronic Stability Control*. Status Report, 4(1), 2-4.
- Islam, M., & Hernandez, S. (2013). Large truck-involved crashes: Exploratory injury severity analysis. *Journal of Transportation Engineering*, **139**(6), 596-604.
- ISO Catalogue (1996). International Standards Organization, Geneva.
- ISO Technical Programme (1996). International Standards Organization, Geneva.
- Ivey, D.L., Griffin III, L.I., Newton, T.M. et al. (1981). Predicting wet weather accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **13**, 83-99.
- Jacobson, G.A., Blizzard, L. & Dwyer, T. (1998). Bicycle injuries: road trauma is not the only concern. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, **22** (4).
- Jakobsson, L., Isaksson-Hellman, I., Lundell, B. (2005). Safety for the growing child – experience from Swedish accident data. *Childhood Injury Prevention Symposium*, Paper no 05-0330.
- Jamieson, K. G. & K. D'Arcy. (1973). Crash helmets reduce head injuries. *The Medical Journal of Australia*, **2**, 806-809.
- Jamson, S. (2006). Would those who need ISA, use it? Investigating the relationship between drivers' speed choice and their use of a voluntary ISA system. *Transportation Research Part F*, **9**, 195-206.
- Jamson, S., Chorlton, K., Carsten, O. (2011). Could Intelligent Speed Adaptation make overtaking unsafe? *Accident Analysis and Prevention*, in press.
- Janoff, M.S., Cassel, A., Fertner, K.S., Smierciak, E.S. (1970). *Daytime Motorcycle Headlight and Taillight Operation*. Report DOT HS-800 321. US Department of Transportation, National Highway Safety Bureau, Washington DC.
- Janssen, W.H. & L. Nilsson. (1992). *An experimental evaluation of in-vehicle collision avoidance systems*. VTI särtryck nr 181/1992 Väg- och Trafikinstitutet, Linköping.

- Janssen, W.H. (1994). Seat-belt wearing and driving behavior: an instrumented-vehicle study. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 249-261.
- Jebas, C., Schellinger, S., Klinger, K., Manz, K. & Kooss, D. (2008). *Optimierung der Beleuchtung von Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Unterreihe Fahrzeugtechnik, Heft F66.
- Jenness, J. W., Jenkins, F. & Zador, P. (2011). *Motorcycle conspicuity and the effect of fleet RDL: Analysis of two-vehicle fatal crashes in Canada and the united states 2001-2007*. Report DOT HS 811 505. Westat, Rockville, MD.
- Jenssen, T. K. (1977). *Risiko ved klortransport*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Jermakian, J. S. (2011). Crash avoidance potential of four passenger vehicle technologies. *Accident Analysis & Prevention*, **43**(3), 732-740.
- Jernigan, M.V. & Duma, S.M. (2003). The effects of airbag deployment on severe upper extremity injuries in frontal automobile crashes. *American Journal of Emergency Medicine*, **21**, 100-105.
- Jernigan, M.V., Rath, A.L. & Duma, S.M. (2005). Severe upper extremity injuries in frontal automobile crashes: The effects of depowered airbags. *American Journal of Emergency Medicine*, **23**, 99-105.
- Johansen, J. (1975). *Dekkstøy - en del av trafikkstøyen. En undersøkelse av dekkstøy på fire vegdekketyper*. Internrapport 617. Statens vegvesen, Veglaboratoriet, Oslo.
- Johansson, G., Rumar, K., Forsgren, J.-B. & Snöborgs, M. (1969A). *Experimentella studier av polariserat mötesljus II. Siktsträcka som funktion av strålkastarintensitet under olika atmosfärförhållanden*. Rapport S38. Psykologiska institutionen, Uppsala Universitet.
- Johansson, G., Rumar, K., Forsgren, J.-B. & Snöborgs, M. (1969B). *Experimentella studier av polariserat mötesljus IV. Siktsträcka vid möten mellan konventionellt halvljus och polariserat mötesljus*. Rapport S40. Psykologiska institutionen, Uppsala Universitet.
- Johansson, Ö., Wanvik, P. O. & Elvik, R. (2009). A new method for assessing the risk of accident associated with darkness. *Accident Analysis & Prevention*, **41**(4), 809-815.
- Johnston, K.L., Desantis-Klinich, K., Rhule, D.A. & Saul, R.A. (1997). *Assessing arm injury potential from deploying airbags*. SAE Technical paper 970400, 259-273.
- Joks, H. (1998). *Fatality Risks in Collisions Between Cars and Light Trucks*. NHTSA Report DOT/HS 808 802.
- Joks, H., C. (1999). *Vehicle design vs. aggressivity*. Report DOT HS 809 194. Ann Arbor, University of Michigan Transportation Research Institute.
- Joks, H., Massie, D. & Pilcher, R. (1998). *Vehicle aggressivity: fleet characterization using traffic collision data*. Report DOT HS 808 679. National Highway Traffic Safety Administration.
- Joks, H.C. (1995). *Update of airbag fatalities approximation for passenger car fleet*. University of Michigan, Transportation Research Institute, Report UMTRI-05-33.
- Jonah, B. A. & G. R. Engel. (1983). Measuring the relative risk of pedestrian accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **15**, 193-206.
- Jonah, B. A. & J. J. Lawson. (1984). The effectiveness of the Canadian mandatory seat belt use laws. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 433-450.
- Jones, I. S. & H. S. Stein. (1989). Defective equipment and tractor-trailer crash involvement. *Accident Analysis and Prevention*, **21**, 469-481.
- Jones, I.S. & Whitfield, R.A. (1988). Predicting injury risk with New Car Assessment Program crashworthiness ratings. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 411-419.
- Jørgensen, N. O. & H. V. Lund. (1977). *Undersøgelse af virkningen af sikkerhedsseleloven ved anvendelse af uheldsdata fra Danmarks Statistik*. I: RfT-rapport 21, *Virkningen af lov om påbudt brug af sikkerhedssele*, 13-34. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Jou, R.-C., Yeh, T.-H., & Chen, R.-S. (2012). Risk factors in motorcyclist fatalities in Taiwan. *Traffic Injury Prevention*, **13**(2), 155-162.
- Jovanis, P. P., H-L. Chang & I. Zabaneh. (1989). Comparison of Accident Rates for Two Truck Configurations. *Transportation Research Record*, **1249**, 18-29.
- Junghard, O. (1992). Estimating the traffic safety effect of studded tires. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 357-361.
- Kahane, C. J. (1974). *Usage and Effectiveness of Seat and Shoulder Belts in Rural Pennsylvania Accidents*. NHTSA Technical Note DOT HS-801 398. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1981). *An evaluation of federal motor vehicle safety standards for passenger car steering assemblies. Standard 203 - impact protection for the driver. Standard 204 - rearward column displacement*. Report DOT HS 805 705. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1982A). *An evaluation of head restraints. Federal Motor Vehicle Safety Standard 202*. Report DOT HS 806 108. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1982B). *An evaluation of side structure improvements in response to Federal Motor Vehicle Safety Standard 214*. Report DOT HS 806 314. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1983A). *A Preliminary Evaluation of Two Braking Improvements for Passenger Cars. Dual Master Cylinders and Front Disc Brakes*. Report DOT HS-806 359. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.

- Kahane, C. J. (1983B). *An Evaluation of Side Marker Lamps for Cars, Trucks and Buses*. Report DOT HS-806-430. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1984). *The National Highway Traffic Safety Administration's evaluations of Federal Motor Vehicle Safety Standards*. SAE Technical Paper 840902. Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pa.
- Kahane, C. J. (1985). *An evaluation of windshield glazing and installation methods for passenger cars*. Report DOT HS 806 693. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1986). *An Evaluation of Child Passenger Safety. The Effectiveness and Benefits of Safety Seats*. Report DOT HS 806 890. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1988). *An evaluation of occupant protection in frontal interior impact for unrestrained front seat occupants of cars and light trucks*. Report DOT HS 807 203. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1989A). *An Evaluation of Center High Mounted Stop Lamps Based on 1987 Data*. Report DOT HS 807 442. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1989B). *An evaluation of door locks and roof crush resistance of passenger cars - Federal Motor Vehicle Safety Standards 206 and 216*. Report DOT HS 807 489. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1993). *Preliminary Evaluation of the Effectiveness of Rear-Wheel Antilock Brake Systems for Light Trucks*. Draft Report December 1993. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1994A). *Preliminary Evaluation of the Effectiveness of Antilock Brake Systems for Passenger Cars*. Report DOT HS 808 206. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1994B). *Correlation of NCAP performance with fatality risk in actual head-on collisions*. Report DOT HS 808 061. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1994C). *Fatality Reduction by Automatic Occupant Protection in the United States*. Paper 94-S5-O-08. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1996). *Fatality Reduction by Airbags. Analyses of Accident Data through Early 1996*. Report DOT HS 808 470. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (1997). *Relationships between Vehicle Size and Fatality Risk in Model Year 1985-93 Passenger Cars and Light Trucks*. Report DOT HS 808 570. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Kahane, C. J. (2003). *Vehicle weight, fatality risk and crash compatibility of model year 1991-99 passenger cars and light trucks*. Report DOT HS 809 662. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Kahane, C., J., & Dang, J. N. (2009). *The long-term effect of abs in passenger cars and LTVs*. Report DOT HS 811 182: Evaluation Division; National Center for Statistics and Analysis. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.
- Kahane, C.J. & Tarbet, M.J. (2006). *HIC test results before and after the 1999-2003 head impact upgrade of FMVSS 201*. NHTSA Technical Report Nr. DOT HS 810 739.
- Kahane, C.J. (2006). *An evaluation of the 1998-1999 redesign of frontal airbags*. NHTSA Technical Report DOT-HS-810-685.
- Kahane, C.J. (2007). *An evaluation of side impact protection: FMVSS 214 TTI(d) improvements and side airbags*. NHTSA Report DOT HS 810 748.
- Kallan, M. J. & Jermakian, J. S. (2008). SUV rollover in single vehicle crashes and the influence of ESC and SSF. *Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine*, **52**, 3-8.
- Kallberg, V-P. (1986). *Motorcykelolyckor i Finland*. VTT-rapport 423. Statens tekniska forskningscentral, Esbo.
- Kang, X., Rakheja, S. & Stiharu, I. (1999). *Optimal tank geometry to enhance static roll stability of partially filled tank vehicles*, SAE Paper 1999-01-3730, Proceedings vol. **SP-1486**. SAE Truck and Bus Meeting and Exp., Nov. 14-17, 1999, Detroit, MI.
- Kantowitz, B. H & R. D. Sorkin. (1983). *Human Factors: Understanding People-System Relationships*. John Wiley & Sons, New York.
- Karlsen, P. G. (1989). *Vurdering av forskjellige blokkeringsfrie bremsesystemer (ABS) under nordiske veg- og vinterforhold*. Rapport 40/1989. Teknologisk institutt, Avdeling for kjøretøytteknikk, Oslo.
- Karlsen, P. G. (1991). *Vurdering av kjøreegenskaper og stabilitet til vogntog*. Rapport 52/1991. Teknologisk institutt, Oslo.
- Keall, M. D. & Newstead, S. V. (2007). *Four-wheel drive vehicle crash involvement risk, rollover risk and injury rate in comparison to other passenger vehicles: Estimates based on Australian and New Zealand crash data and on New Zealand motor vehicle register data*. Report 262. Monash University Accident Research Centre.
- Keall, M. D., & Newstead, S. (2012). Analysis of factors that increase motorcycle rider risk compared to car driver risk. *Accident Analysis & Prevention*, **49(0)**, 23-29.
- Keall, M.D., Newstead, S. & Watson, L. (2006). *Four-wheel drive vehicle crash involvement patterns*. Research Report 06/05. Royal Automobile Club of Victoria.
- Kelly, P., Sanson, T., Strange, G. & Orsay, E. (1991). A prospective study of the impact of helmet usage on motorcycle trauma. *Annals of Emergency Medicine*, **20**, 852-855.
- Kemeny, A. & Piroird, J.M. (1991). A simulator for cooperative driving. *Proceedings of the DRIVE Conference*, Brussels, Feb. 1991, pp.930-942

- Kemp, R. N., B. P. Chinn & G. Brock. (1978). *Articulated vehicle roll stability: methods of assessment and effects of vehicle characteristics*. TRRL Laboratory Report 788. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Kesting, A., Treiber, M., Schönhof, M. & Helbing, D. (2008). Adaptive cruise control design for active congestion avoidance. *Transportation Research Part C*, **16**, 668-683.
- Kharrazi, S., Lidberg, M., Lingman, P., Svensson, J.-I. & Dela, N. (2008). *The effectiveness of rear axle steering on the yaw stability and responsiveness of a heavy truck Vehicle System Dynamics*, **46(S1)**, 365-372.
- Khasnabis, S., R. A. Dusseau & T. J. Dombrowski. (1991). Safety Implications of Seat Belts on Transit Buses. *Transportation Research Record*, **1322**, 9-16.
- Khattak, A. J. & Rocha, M. (2003). Are SUVs "Supremely Unsafe Vehicles"? *Transportation Research Record*, **1840**.
- Kim, J.-K., Ulfarsson, G. F., Shankar, V. N., & Kim, S. (2008). Age and pedestrian injury severity in motor-vehicle crashes: A heteroskedastic logit analysis. *Accident Analysis & Prevention*, **40(5)**, 1695-1702.
- Kindelberger, J. & Eigen, A. M. (2003). *Young drivers and sports utility vehicles*. Report DOT HS 809 636. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Kingsley, K. J. (2009). Evaluating crash avoidance countermeasures using data from FMCS's/NHTSA's large truck accident causation study. *Proceedings of the 21st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles Conference (ESV)* - International Congress Center Stuttgart, Germany, June 15-18, 2009.
- Kippelt, U., Buss, W., Feldhoff, U. & Thelen, M. (1998) Protectino devices and development tools for reducing foot and leg injuries in frontal crashes. *Proceedings of the International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact*, September 16-18, Goeteborg, Sweden, 161-172.
- Kjøretøysforskriften. (2009). from <http://www.lovddata.no/for/sf/sd/td-19941004-0918-021.html>
- Klanner, W., Ambos, R. & Paulus, H. (2004). Unfallverletzungen in Fahrzeugen mit Airbag (Accident injuries in vehicles with airbags). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, *Fahrzeugtechnik*, **Heft F 53**.
- Klein, T. M., E. Hertz & S. Borener. (1991). *A collection of recent analyses of vehicle weight and safety*. Report DOT HS 807 677. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Klikk (2010). *Det store ABS-året 2009*. <http://www.klikk.no/motor/mc/article422325.ece>; 28. okt. 2010.
- Klunder, G. A., Malone, K., Mak, J. et al. (2009). *Impact of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency in Road Transport - Final Report*. TNO report for the European Commission.
- Knoblauch, R. L. & H. N. Tobey. (1980). *Safety Aspects of Using Vehicle Hazard Warning Lights*. Volume 1. Executive Summary. Report DOT FHWA/RD-80/101. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Knoblauch, R.L. & Tobey, H.N. (1994). *Safety Aspects of Using Vehicle Hazard Warning Lights*. Volume 1. Executive Summary. Report DOT FHWA/RD-80/101. Washington DC, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1980. Opplysningsrådet for veitrafikken.
- Knoll, P. M., Eschler, J., Grimm, D. & Lopez, E. (2003). *Verbesserung der Nachtsicht mit nahem Infrarot - Simulation und Realisierung*. VDI-Bericht 1731, 161-171.
- Koch, H. (1987). *The correlation between and the influence of age, riding experience and engine performance on the involvement of motorcycle beginners in accidents. Results of multivariate evaluations of a survey*. Institute for Two-Wheeled Safety, Bochum.
- Kockelman, K. M., & Kweon, Y.-J. (2002). Driver injury severity: an application of ordered probit models. *Accident Analysis & Prevention*, **34(3)**, 313-321.
- Koehler, M. (1978). *Evaluation of Motorcycle Safety Helmet Usage Law. Final Report*. College Station, TX, Texas A&M University, Texas.
- Kommunikationsdepartementet. (1977). *Långa fordon och fordonskombinationer. Betänkande avgivet av trafiksäkerhetsutredningen*. Ds K 1977:1. Kommunikationsdepartementet, Stockholm.
- Kompfner, P., & Reinhardt, W. (2008). *ICT for clean & efficient mobility. Final Report*. eSafety Forum Working Group for Clean & Efficient Mobility.
- Konagai, N., M. Asano & N. Horita. (1993). Influence of Regulation of Studded Tire Use in Hokkaido, Japan. *Transportation Research Record*, **1387**, 165-169.
- König, J., & Berg, F. A. (2006). Powered two-wheeler accidents - first results of Aprosyp SP 4 implying GIDAS 2002 data. *2nd International Conference on ESAR Expert Symposium on Accident Research*.
- Koornstra, M. J. (1993). *Daytime running lights: Its safety revisited*. SWOV Report D-93-25. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Koth, B. W., McCuney, W. D., Duerk, C. P., Janoff, M. S., & Freedman, M. (1978). *Vehicle fog lighting: An analytical evaluation*. Report No. DOT HS-803-442. Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Koushki, P. A., Y Ali & O. I. Al-Saleh. (1996). Safety-Belt Law in Kuwait: Observed and Reported Compliance and Impacts on Road Safety. *Transportation Research Record*, **1560**, 13-17.
- Krafft, M., C. Nygren & C. Tingvall. (1990). Rear seat occupant protection. A study of children and adults in the rear seat of cars in relation to restraint use and characteristics. *Journal of Traffic Medicine*, **18**, 2, 51-60.
- Krajicek, M. E. & Schears, R. M. (2010). Daytime running lights in the USA: What is the impact on vehicle crashes in Minnesota? *International Journal of Emergency Medicine*, **3(1)**, 39-43.
- Kraus, J. F., R. S. Riggins & C. E. Franti. (1975A). Some epidemiologic features of motorcycle collision injuries. I. Introduction, methods and factors associated with incidence. *American Journal of Epidemiology*, **102**, 74-98.

- Kraus, J. F., R. S. Riggins & C. E. Franti. (1975B). Some epidemiologic features of motorcycle collision injuries. II. Factors associated with severity of injuries. *American Journal of Epidemiology*, **102**, 99-109.
- Kraus, J.F., Peek, C., McArthur, D.L. & Williams, A. (1994). The effect of the 1992 California motorcycle helmet use law on motorcycle crash fatalities and injuries. *Journal of the American Medical Association*, **272**, 1506-1511.
- Kraus, J.F., Peek, C., Shen, H. & Williams, A. (1995). Motorcycle crashes: injuries, rider, crash and vehicle characteristics associated with helmet use. *Journal of Traffic Medicine*, **23**, 29-35.
- Kreiss, J.-P., Schüler, L. & Langwieder, K. (2006). The effectiveness of primary safety features in passenger cars in Germany. ESV-paper No. 05-0145. *19th-ESV-Conference*, Washington D.C. (USA).
- Krokeborg, J. (1998). *Veggrep på vinterveg. Sluttrapport fra Veg-grepsprosjektet*. Oslo, Vegdirektoratet.
- Krull, K. A., Khattak, A. J. & Council, F. M. (2000). Injury effects of rollovers and events sequence in single-vehicle crashes. *Transportation Research Record*, **1717**, 46-54.
- Kuehn, M., Hummel, T., & Bende, J. (2009). Benefit estimation of advanced driver assistance systems for cars derived from real-life accidents. *21st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Stuttgart, 15-18 June 2009.
- Kullgren, A., & Stigson, H. (2011). *Whiplash injury report 2011*. Internal Report for Folksam.
- Kullgren, A., Lie, A., & Tingvall, C. (2010). Comparison between Euro NCAP test results and real-world crash data. *Traffic Injury Prevention*, **11(6)**, 587-593.
- Kumagai, M. (1999). Assessment of the US bicycle reflector standard. *Proceedings of the Seventh International Conference of European Consumer Safety Association (ECOSA) on Product Safety Research*.
- Kuratorium für Verkehrssicherheit; Institut für Verkehrstechnik und Unfallstatistik. (1993). *Fahren mit Licht - auch am Tag. Analyse der verkehrsunfälle beim Kraftwagendienst der Österreichischen Bundesbahnen und bei der Österreichischen Post- und Telegraphenverwaltung nach Einführung der Verwendung des Abblendlichtes auch am Tag*. Wien.
- Kusano, K. D., & Gabler, H. C. (2011). *Potential effectiveness of integrated forward collision warning, per-collision brake assist, and automated pre-collision braking systems in real-world, rear-end collisions*. Paper presented at the Proceedings of the 22st international technical conference on the enhanced safety of vehicles (ESV 2011).
- Kwan, I., & Mapstone, J. (2004). Visibility aids for pedestrians and cyclists: A systematic review of randomized controlled trials. *Accident Analysis & Prevention*, **36(3)**, 305-312.
- Kynan, E. G., Iovenitti, P. G. & Toncich, D. (2000). Electromagnetic regenerative damping in vehicle suspension systems. *International Journal of Vehicle Design*, **24(2-3)**, 182-197.
- Lahrman, H., Agerholm, N., Tradisauskas, N., Berthelsen, K. K. & Harms, L. (2011). Pay as You Speed, ISA with incentive for not speeding: Results and interpretation of speed data. *Accident Analysis and Prevention*, in press.
- Lai, F., Carsten, O. & Tate, F. (2011). How much benefit does Intelligent Speed Adaptation deliver? – An analysis of its potential contribution to safety and environment. *Accident Analysis and Prevention*, in press, 2011.
- Lalani, N. & E. J. Holden (1978). The Greater London «Ride Bright» campaign - its effect on motorcyclist conspicuity and casualties. *Traffic Engineering and Control*, **19**, 404-407.
- Lambert, J. & Rechnitzer, G. (2002). *Review of truck safety Stage 1: Frontal, side and rear underrun protection*. Report No. 194. MONASH University Accident Research Centre.
- Landerl, C., Deissinger, F., Wagner, H., & Jahreiss, H. (2010). Erweiterte fahrerassistenz durch die verknuepfung der motor- und fahrwerkssysteme der BMW S 1000 RR Forschungshefte *Zweiradsicherheit*, **14**, 326-377.
- Langeveld, P. M. M. & Schoon, C. C. (2004). *Kosten-batenanalyse van maatregelen voor vrachtauto's en bedrijven*. Leidschendam: SWOV.
- Langley, J., Mullin, B., Jackson, R., & Norton, R. (2000). Motorcycle engine size and risk of moderate to fatal injury from a motorcycle crash. *Accident Analysis & Prevention*, **32(5)**, 659-663.
- Langwieder, K. & T. Hummel. (1989). Children in Cars - Their Injury Risks and the Influence of Child Protection. *Proceedings, Volume 1 (39-49)*, of *Twelfth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, May 29-June 1, Gothenburg, Sweden.
- Langwieder, K., Gwehenberger, J. & Bende, J. (2000). *The commercial vehicle in the current accident scene and potentials for additional enhancement of active and passive safety*. Institut für Fahrzeugsicherheit. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft.
- Langwieder, K., Gwehenberger, J. & Kandler, M. (2001). *Heckunterfahrschutz be Nutzfahrzeugen*. Institut für Fahrzeugsicherheit. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft.
- Langwieder, K., Gwehenberger, J., Hummel, T., Bende, J. (2003). Benefit potential of ESP in real accident situations involving cars and trucks. *16th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Nagoya (Japan).
- Langwieder, K., Hummel, T. & Mueller, C. (1997). *Der Airbag im Realunfall: Leistung und Schwächen, Erkenntnisse aus der Unfallforschung*. VDI-Bericht 1354, 55-102.
- Lassarre, S. (2002). Évaluation de l'expérimentation des feux de croisement de jour dans Les Landes. Rapport 244, Décembre 2002. Paris, INRETS.
- Lawless, E. W. & T. A. Siani. (1984). *Child Passenger Safety Legislation: Implementation and Enforcement*. SAE Paper 840521. SAE Report P-141, Advances in Belt Restraint Systems: design, performance and usage. Warrendale, Pa, Society of Automotive Engineers, Warrendale.
- Lawrence, G.J.L., Hardy, B.J., Carroll, J.A., Donaldson, W.M.S., Visviskis, C. & Peel, D.A. (2006). *A Study on the Feasibility of Measures Relating to the Protection of Pedestrians and Other Vulnerable Road Users* (EC Contract No. ENTR/05/17.01). Crowthorne: Transportation Research Library.

- Lee, J. D., Young, K. L. & Regan, M. A. (2009). Defining Driver Distraction. In M. A. Regan, J. D. Lee & K. L. Young (Eds.), *Driver Distraction: Theory, effect and mitigation* (pp. 31-40). London: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Lehmer, M. J., Brown, V., & Carnell, R. (2007). Volvo trucks field operational test: Evaluation of advanced safety systems for heavy trucks. *Proceedings of the 20th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles Conference (ESV)* in Lyon, France, June 18-21, 2007.
- Lekander, T. (1983). Motorcykelstatistik. I: *Motorcykelsäkerhet - Ett seminarium, 4-8*. (Lövsund, P. ed), VTI-rapport 253. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Lenard, J., Frampton, R. & Thomas, P. (1998). The influence of European airbags on crash injury outcome. *16th International Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Windsor, Canada. Paper number 98-S5-O-01.
- Lennon, A. J. (2012). *Has increasing the age for child passengers to wear child restraints improved the extent to which they are used?* Results from an Australian focus group and survey study. *Vulnerable Groups & Inclusion*, 3.
- Lestina, D. C., Miller, T. R., Langston, E. A., Knoblauch, R. & Nitzburg, M. (2002). Benefits and costs of ultraviolet fluorescent lighting. *Traffic Injury Prevention*, 3(3), 209 - 215.
- Levine, D. N. & B. J. Campbell. (1971). *Effectiveness of Lap Seat Belts and Energy Absorbing Steering System in the Reduction of Injuries*. Report DOT HS 011 537. Chapel Hill, NC, University of North Carolina, Chapel Hill.
- Lie, A. (2012). Nonconformities in real-world fatal crashes - electronic stability control and seat belt reminders. *Traffic Injury Prevention*, 13, 308-314.
- Lie, A., & Tingvall, C. (2002). *How does Euro NCAP results correlate to real life injury risks - a paired comparison study of car-to-car crashes*. Paper presented at the IRCOBI Conference, Montpellier, France.
- Lie, A., Tingvall, C., Krafft, M. & Kullgren, A. (2004). The effectiveness of ESP in Reducing real life accidents. *Traffic Injury Prevention*, 5, 37-41.
- Lie, A., Tingvall, C., Krafft, M. & Kullgren, A. (2006). The effectiveness of electronic stability control (ESC) in reducing real life crashes and injuries. *Traffic Injury Prevention*, 7, 38-43.
- Lie, D., & Sung, C.-K. (2010). Synchronous brake analysis for a bicycle. *Mechanism and Machine Theory*, 45(4), 543-554.
- Lind G. (2008). eIMPACT – *Benefits and Costs of Intelligent Vehicle Safety Systems in Europe*. IVSS Project Report. Reference number: AL80 A 2005:18284.
- Lindman, M., Ödblom, A., Bergvall, E., Eidehall, A., Svanberg, B., & Lukaszewicz, T. (2010). Benefit estimation model for pedestrian auto brake functionality. *Proceedings of the 4th International ESAR Conference*, September 2010, Hannover.
- Lindström, M. (1977). *Väktningstabilitet för tankfordon - med och utan langsgående skvalpskott*. VTI-rapport 115. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Linn, S., Smith, D. & Sheps, S. (1998). Epidemiology of bicycle injury, head injury, and helmet use among children in British Columbia: a five year descriptive study. *Injury Prevention*, 4, 122-125.
- Liu, C., & Ye, T. J. (2011). *Run-off-road crashes: An on-scene perspective*. Report DOT HS 811 500. Mathematical Analysis Division, National Center for Statistics and Analysis, National Highway Traffic Safety Administration.
- Liu, R. & Tate, J. (2004). Network effects of intelligent speed adaptation systems. *Transportation*, 31, 297-325.
- Löffelholz, H. & F. Nicklisch. (1977). Stellungnahme zu einer Änderung der Nationalen Vorschriften für Kleinkrafträder und Fahrräder mit Hilfsmotor. In: *Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr*, Heft 9, 101-143, 1977. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Luna, G.K., Copass, M.K., Oreskovich, M.R. & Carrico, C.J. (1981). The role of helmets in reducing head injuries from motorcycle accidents: a political or medical issue? *The Western Journal of Medicine*, 135, 89-92.
- Lundkvist S.-O. & Fors C. (2010). *Lane Departure Warning System – LDW: Samband mellan LDW:s och vägmarkeringars funktion*. VTI-notat: N15-2010.
- Lundstrom, L. C. & W. G. Cichowski. (1969). *Field Experience with the Energy Absorbing Steering Column*. SAE Technical Paper 690183. Warrendale, Pa, Society of Automotive Engineers, Warrendale.
- Luoma, J., & Penttinen, M. (1998). Effects of experience with retroreflectors on recognition of nighttime pedestrians: Comparison of driver performance in finland and michigan. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 1(1), 47-58.
- Luoma, J., M. Sivak & M. J. Flannagan. (1995). Effects of driver-side mirror type on lane-change accidents. *Ergonomics*, 38, 1973-1978.
- Lyles, R.W., Campbell, K.L., Blower, D.F. & Stamadiadis, P. (1991). Differential Truck Accident Rates for Michigan. *Transportation Research Record*, 1322, 62-69.
- Mackay, G. M., A. W. Siegel & P. V. Hight. (1970). Tempered versus HPR Laminated Windshields: A Comparative Study of United Kingdom and United States Collisions. Report DOT HS 008 627, *Proceedings of the Fourteenth Stapp Car Crash Conference*. Society of Automotive Engineers, New York, NY.
- Mackay, M. (1985). Seat belt use under voluntary and mandatory conditions and its effect on casualties. In: *Human Behavior and Traffic Safety*, 259-283. (Evans, L & R. C. Schwing. eds) Plenum Press, New York, NY.
- MacLennan, P. A., Marshall, T., & Griffin, R. (2008). Vehicle rollover risk and electronic stability control systems. *Injury Prevention*, 14, 154-158.
- Madsen, J. C. O., Andersen, T., & Lahrmann, H. S. (2013). Safety effects of permanent running lights for bicycles: A controlled experiment. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 820-829.
- Madsen, J.R. (2001). *INFATI – brugertest adfærdsændringer (ISA – user test of behaviour changes)*. Trafikforskningsgruppen Aalborg Univseritet.

- Maghsoodloo, S., D. B. Brown & Y-I. Shieh. (1989). A Quantification of the Impact of Restraining Systems on Passenger Safety. *Journal of Safety Research*, **20**, 115-128.
- Magnusson, G. & P. W. Arnberg. (1977). *Vägjämbetens inverkan på bilars broms- och styrbarhet. En litteraturstudie*. VTI-rapport 134. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Magnusson, G., H-E. Carlsson & E. Ohlsson. (1984). *Inverkan av tunga fordonns fjädringsegenskaper och däckutrustning på vägens nedbrytning*. VTI-rapport 270. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- MAIDS. (2009). *In-depth investigations of accidents involving powered two wheelers*. Final report 2.0. Brussels: ACEM.
- Maimaris, C., Summer, C.L., Browning, C. & Palmer, C.R. (1994). Injury patterns in cyclists attending an accident and emergency department: a comparison of helmet wearers and non-wearers. *British Medical Journal*, **308**, 1537-1540.
- Malaterre, G. & H. Fontaine. (1993). The potential safety impacts of driving aids. *Recherche transports sécurité* English issue no 9, December 1993. Paris/Arcueil, INRETS.
- Malliaris, A.C., DeBlois, J.H. & Digges, K.H. (1996). Airbag field performance and injury patterns. *SAE transactions* **15(6)**, 751-774.
- Malone, T.B., Kirkpatrick, M., Kohl, K.S. & Baker, C. (1978). *Field Test Evaluation of Rear Lighting Systems*. Report DOT-HS 803 467. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Mangus, R. S., Simons, C. J., Jacobson, L. E., Streib, E. W., & Gomez, G. A. (2004). Current helmet and protective equipment usage among previously injured atv and motorcycle riders. *Injury Prevention*, **10**, 56-58.
- Marburger, E. A., J-H. Klöckner & U. Stöcker. *Assessment of the potential accident reduction by selected Prometheus functions*. Federal Highway Research Institute (BASt), September 1989 (Pro-General/Reports of the launching phase). Bergisch Gladbach.
- Marburger, E.A. (1983). *Zum Einfluss zusätzlicher Hochgesetzter Bremsleuchten auf das Unfallgeschehen*. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Martin, J.L. & Lenguerrand, E. (2008). A population based estimation of the driver protection provided by passenger cars: France 1996-2005. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 1811-1821.
- Martin, L., Derrien, Y. & Laumon, B. (2003). Estimating relative driver fatality and injury risk according to some characteristics of cars and drivers using matched pairs multivariate analysis. *Proceedings of the 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Nagoya.
- Martínez-Ruiz, V., Lardelli-Claret, P., Jiménez-Mejías, E., Amezcua-Prieto, C., Jiménez-Moleón, J. J., & Luna del Castillo, J. d. D. (2013). Risk factors for causing road crashes involving cyclists: An application of a quasi-induced exposure method. *Accident Analysis & Prevention*, **51(0)**, 228-237. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2012.11.023>
- Matthes, G., Schmucker, U., Lignitz, E., Huth, M., Ekkernkamp, A. & Seifert, J. (2006). Does the frontal airbag avoid thoracic injury? *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **126**, 541-544.
- Matthews, M.L. & Boothby, R.D. (1980). Visibility of cyclists at night: laboratory evaluation of three rear warning devices. Human factors: science for working and living. In: *Proceedings of the 24th Human Factors Society Annual Meeting*. Santa Monica, CA, pp. 129-133.
- Mattson, M., & Summala, H. (2010). With power comes responsibility: Motorcycle engine power and power-to-weight ratio in relation to accident risk. *Traffic Injury Prevention*, **11(1)**, 87-95.
- Mátyás, M. (2013). *Ejection of passengers in bus rollover accidents*. Paper presented at the Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress.
- May, C & D. Morabito. (1989). Motorcycle helmet use, incidence of head injury, and cost of hospitalization. *Journal of Emergency Nursing*, **15**, 389-392.
- Mayhew, D. R. & H. M. Simpson. (1989). *Motorcycle engine size and traffic safety*. Traffic Injury Research Foundation of Canada, Ottawa, Ontario.
- Mayrose, J. & Jehle, D. V. K. (2002). Vehicle Weight and Fatality Risk for Sport Utility Vehicle-versus-Passenger Car Crashes. *Journal of Trauma*, **53(4)**, 751-753.
- McCarthy, M., Walter, L., Hutchins, R., Tong, R., & Keigan, M. (2007). *Comparative analysis of motorcycle accident data from osts and maids*. TRL Report PPR 168.
- McCart, A. T., Blunar, L., Teoh, E. R., & Strouse, L. M. (2011). Overview of motorcycling in the united states: A national telephone survey. *Journal of Safety Research*, **42(3)**, 177-184.
- McCart, A.T. & Kyrchenko, S.Y. (2006). *Efficacy of side airbags in reducing driver deaths in driver-side car and SUV collisions*, IIHS, Arlington, VA.
- McDermott, F.T., Lane, J.C., Brazenor, G.A. & Debney, E.A. (1993). The effectiveness of bicyclist helmets: A study of 1710 casualties. *The Journal of Trauma*, **34**, 834-845.
- McGee, H. W., P. F. Abbott & M. J. Rosenbaum. (1982). *Commercial Vehicles. Chapter 14 of Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements*. Report FHWA-TS-82-233. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- McGehee, D., Mollenhauer, M.A & Dingus, T.A. (1994). The decomposition of driver human factors in front-to-rear end automobile crashes. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 1726-1733. Paris.
- McIntyre, A., Nieuwesteeg, M., & Cockfield, S. (2011). Motorcyclist injuries and protective clothing. *Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference*. Perth, Australia.
- McKay, M.P. & Jolly, B.T. (1999). A retrospective review of air bag deaths. *Academic Emergency Medicine*, **6**, 708-714.

- McLaughlin, S., Hankey, J., Green, C. A. & Larsen, M. (2004). *Target Detection Distances and Driver Performance with Swiveling HID Headlamps*. SAE Papers, 2004-01-2258.
- McLean, A. J. (1974). *Collection and Analysis of Collision Data for Determining the Effectiveness of Some Vehicle Systems*. Mich, Motor Vehicle Manufacturers Association, Detroit.
- McLean, A. J., Kloeden, C. N., Ponte, G., Baldock, V. L., Lindsay, V. L. & van den Berg, A. L. (2005). *Rollover crashes*. Report CASR026. Australia: The University of Adelaide, Centre for Automotive Research.
- McSwain, N. E. & E. Petrucelli. (1984). Medical consequences of motorcycle helmet nonusage. *The Journal of Trauma*, **24**, 233-236.
- McSwain, N. E. & M. Lummis. (1980). Impact of repeal of motorcycle helmet law. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*, **151**, 215-224.
- Mefford, M. L., Flannagan, M. J. & Bogard, S. E. (2006). *Real-World Use of High-Beam Headlamps*. Technical Report UM-TRI-2006-11. Ann Arbor, Michigan: The University of Michigan, Transportation Research Institute.
- Melvin, J. W., R. L. Stalnaker & D. Mohan. (1978). Protection of Child Occupants in Automobile Crashes. SAE Technical Paper 780904. *Printed in Proceedings of Twenty-Second Stapp Car Crash Conference*, October 24-26, Ann Arbor, Michigan.
- Meyer, M. & Finney, T. (2005). Who wants Airbags? *Chance*, **18(29)**, 3-16.
- Meyer, M. (2006). Commentary on "Another look at Meyer and Finney's 'Who wants airbags?'". *Chance*, **19**, 23-24.
- Meyerson, S. L. & Nolan, J. M. (2001). Effects of geometry and stiffness on the frontal compatibility of utility vehicles, *17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles* (CD ROM), National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.
- Meyerson, S., & Nolan, J. M. (2005). Effects of geometry and stiffness on the frontal compatibility of utility vehicles. In S. H. Backaitis (Ed.), *Vehicle compatibility in automotive crashes*. PT-102. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.
- Minahan, D.J. & J. O'Day. (1977). Fatal car-into-truck/trailer underride collisions. *The HSRI Research Review*, **8**, 1-15.
- Mingo, R. D., J. R. Esterlitz & B. L. Mingo. (1991). Accident Rates of Multiunit Combination Vehicles Derived from Large-Scale Data Bases. *Transportation Research Record*, **1322**, 50-61.
- Mir, M. U., Razzak, J. A., & Ahmad, K. (2012). Commercial vehicles and road safety in Pakistan: Exploring high-risk attributes among drivers and vehicles. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 1-8.
- Miyamoto, S., & Inoue, S. (2010). Reality and risk of contact-type head injuries related to bicycle-mounted child seats. *Journal of Safety Research*, **41(6)**, 501-505. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsr.2010.10.004>
- Mizuno, K. & Kajzer, J. (1999). Compatibility problems in frontal, side, single car collisions and car-to-pedestrian accidents in Japan. *Accident Analysis & Prevention*, **31(4)**, 381-391.
- Mizuno, K., & Kajzer, J. (2005). The compatibility of mini cars in traffic accidents. In S. H. Backaitis (Ed.), *Vehicle compatibility in automotive crashes*. PT-102. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.
- Moberly, N. J., & Langham, M. P. (2002). Pedestrian conspicuity at night: Failure to observe a biological motion advantage in a high-clutter environment. *Applied Cognitive Psychology*, **164**, 477-485.
- Moffatt, E. A. & J. Padmanaban. (1995). The relationship between vehicle roof strength and occupant injury in rollover crash data. *39th Annual Proceedings, Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 245-267, October 16-18, Chicago, Illinois.
- Møller, L. (1977). *Bilistubeld i Århus før og efter sikkerhedsseleloven*. I RfT-rapport 21, Virkningen af lov om påbudt brug af sikkerhedssele, 89-131. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Morén, B. & M. Olausson. (1986). *REMARK MÖTESLJUS - Utvärdering av enkätstudie och fältförsök*. VTI-meddelande 502. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Morgan, C. (2001). *The effectiveness of retroreflective tape on heavy trailers*. Report DOT HS 809 222. Washington DC: NHTSA.
- Morris, A., Barnes, J. & Fildes, B. (2001A). Some effects of Australian Design Rule (ADR) 69 on frontal crashes. *International Journal of Crashworthiness*, **6**, 499-509.
- Morris, A., Barnes, J., Fildes, B., Bentivegna, F. & Seyer, K. (2001B). *Effectiveness of ADR69: A Case control study of crashed vehicles equipped with airbags*. Monash University Accident Research Center, Report Nr. CR 199.
- Mortimer, R. G & C. M. Jorgeson. (1974). Driver's Vision and Performance with Convex Exterior Rearview Mirrors. Paper presented at *Automobile Engineering Meeting, Society of Automotive Engineers*, Toronto, Canada October 21-25, 1974. Ann Arbor, Highway Safety Research Institute, Toronto, Canada.
- Moses, L. N. & Savage, I. (1992). The effectiveness of motor carrier safety audits. *Accident Analysis & Prevention*, **24(5)**, 479-496.
- Moses, L. N. & Savage, I. (1994). The effect of firm characteristics on truck accidents. *Accident Analysis & Prevention*, **26(2)**, 173-179.
- Moskal, A., Martin, J.-L., & Laumon, B. (2012). Risk factors for injury accidents among moped and motorcycle riders. *Accident Analysis & Prevention*, **49(0)**, 5-11.
- Motoki, M., Hashimoto, H., Noguchi, M., Hirao, T., Takahashi, S., & Ishiwatari, M. (2006). Study on improving two-wheeled vehicle conspicuity. *JARI Research Journal*, **28(10)**, 565.
- Mouzakes, J., Koltai, P.J., Kuhar, S., Bernstein, D.S., Wing, P. & Salsberg, E. (2001). The impact of airbags and seat belts on the incidence and severity of maxillofacial injuries in automobile accidents in New York state. *Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, **127**, 1189-1193.

- Mouzakes, J., Koltai, P.J., Kuhar, S., Bernstein, D.S., Wing, P. & Salsberg, E. (2001). The impact of airbags and seat belts on the incidence and severity of maxillofacial injuries in automobile accidents in New York state. *Archives of Otolaryngology – Head & Neck Surgery*, **127**, 1189-1193.
- Muller, A. (1980). Evaluation of the costs and benefits of motorcycle helmet laws. *American Journal of Public Health*, **70**, 586-592.
- Muller, A. (1982). An Evaluation of the Effectiveness of Motorcycle Daytime Headlight Laws. *American Journal of Public Health*, **72**, 1136-1141.
- Muller, A. (1983). How Effective Are Daytime Motorcycle Headlight Laws? A Response to Zador's Criticism. *American Journal of Public Health*, **73**, 809-810.
- Muller, A. (1984). Daytime headlight operation and motorcyclist fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 1-18.
- Muller, A. (1985). Motorcycle Headlight-Use Laws: A Contrasting View. *American Journal of Public Health*, **75**, 547-549.
- Murdock, M. A. & K. Waxman. (1991). Helmet use improves outcomes after motorcycle accidents. *The Western Journal of Medicine*, **155**, 370-372.
- Murray, J., & Ryan-Krause, P. (2009). Bicycle attachments for children: Bicycle seats, trail-a-bikes, and trailers. *Journal of Pediatric Health Care*, **23(1)**, 62-65.
- Muskaug, R. (1984). *Tunge kjøretøy og sikkerhet på veg. Forprosjekt. TØI-notat 692*. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Muskaug, R., Daas, H. R., Domburg, J. et al. (1979). *Hvordan endringene i trafikkgreene 1978 virket på trafikantenes kunnskap og atferd*. 2. opptrykk. Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Næss, K. (1980). *Sikkerhetsutstyr for trafikant og kjøretøy*. Arbeidsdokument av 5.2.1980, prosjekt 4650 (økonomiske analyser av trafikksikkerhet). Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Nahum, A. M., A. W. Siegel & S. Brooks. (1970). The Reduction of Collision Injuries: Past, Present and Future. Report DOT HS 008 627, *Proceedings of the Fourteenth Stapp Car Crash Conference*. Society of Automotive Engineers, New York, NY.
- Nairn, R. J., & Partners Ltd. (1992). *Motorcycle safety research literature review: 1987 to 1991*. Federal Office of Road Safety, Canberra, Australia.
- Najm G. et al. (2003). *Analysis of Light Vehicle Crashes and Pre-Crash Scenarios Based on the 2000, General Estimates System*. U.S. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration 400 7th St. SW Washington, DC 20590 DOT-VNTSC-NHTSA-02-04, DOT HS 809 573
- Najm, W., Stearns, M., Howarth, H., Koopmann, J., & Hitz, J. (2006). *Evaluation of an automotive rear-end collision avoidance system*. Volpe National Transportation Systems Center, USA.
- Nash, C. E. (1989). The effectiveness of automatic belts in reducing fatality rates in Toyota Cressidas. *Accident Analysis and Prevention*, **21**, 517-527.
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2000). *A preliminary assessment of the crash-reducing effectiveness of passenger car daytime running lamps (DRLs)*. Report DOT HS 808 645. Washington D. C., U. S. Department of Transportation.
- National Highway Traffic Safety Administration. (1980). *A report to the Congress on the effect of motorcycle helmet use law repeal - a case for helmet use*. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- National Highway Traffic Safety Administration. (1995). *National Accident Sampling System Crashworthiness Data System 1991-1993*. Report DOT HS 808 298. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- National Safety Council. (1992). *Accident facts*. National Safety Council, Chicago.
- National Transportation Safety Board. (1979). *Safety effectiveness evaluation of the National Highway Traffic Safety Administration's Rulemaking process. Volume 2: Case history of Federal Motor Vehicle Safety Standard 208: Occupant Crash Protection*. Report NTSB-SEE-79-5. US Department of Transportation. National Transportation Safety Board, Washington DC.
- Naveh, E. & Marcus, A. (2007). Financial performance, ISO 9000 standard and safe driving practices effects on accident rate in the U.S. motor carrier industry. *Accident Analysis & Prevention*, **39(4)**, 731-742.
- Nawrocki, A., Demus, J., Maklewska, E., & Mielicka, E. (2004). Clothing protecting brachial plexus of motorcycle rider during collision. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, **12**, 53-57.
- Negri, D. B. & R. K. Riley. (1974). *Two car collision study II*. Report DOT-HS-245-2-478-4. State of New York Department of Motor Vehicles, Albany, NY.
- Nelson, D. C., Farber, G., Burgett, A. & Sheridan, T. (1994). Collision avoidance systems: Issues and opportunities - a summary of workshop results. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 2102-2109.
- Neumann, C. (2003). *Advanced front lighting system with halogen bulb concept-safety improvements for everybody*. Paper presented at the Progress in Automobile Lighting, 715-722.
- Neumann, R. (2004). *AFS Halogen Headlamp System - Experimental Study and First Field Results* SAE Technical Papers, 2004-01-0439.
- New York State Department of Motor Vehicles. (1973). *VSDSS Research Studies*. Report DOT HS 800 780. Springfield, Va, National Technical Information Service, Springfield.
- Newgard, C.D., Lewis, R.J., Kraus, J.F. / McConnell, K.J. (2005). Seat position and the risk of serious thoracoabdominal injury in lateral motor vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 668-674.

- Newstead, S. V., Farmer, C. M., Narayan, S., & Cameron, M. H. (2002). *Us consumer crash test results and injury risk in police-reported crashes*. Report No. 191. Monash University Accident Research Centre.
- Newstead, S. V., Watson, L. M., Delaney, A. K. & Cameron, M. H. (2004). *Crashworthiness and aggressivity of the Australian light vehicle fleet by major crash type*. Report 227. Monash University Accident Research Centre.
- Newstead, S., Delaney, A., Watson, L., Cameron, M., & Langwieder, K. (2005). *Injury risk assessment from real world injury outcomes in European crashes and their relationship to Euro NCAP test scores*. Paper presented at the Proceedings of the 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV).
- Newstead, S.V. & Cameron, M.H. (1997). *Correlation of results from the New Car Assessment Program with real crash data*. Report No 115, Monash University Accident Research Centre.
- Newstead, S.V. & Cameron, M.H. (1999). *Updated correlation of results from the Australian New Car Assessment Program with real crash data from 1987 to 1996*. Report No 152, Monash University Accident Research Centre.
- Newstead, S.V., Narayam, S. Cameron, M.H. & Farmer, C.M. (2003). US consumer crash test results and injury risk in police-reported crashes. *Traffic Injury Prevention*, **4**, 113-122.
- Newton, W.R. & Riddy, F. T. (1984). Evaluation Criteria for Low Cost Anti-Lock Brake System for FWD Passenger Cars. In: *Braking: Recent Developments* SP-570. International Congress & Exposition, Detroit, Michigan, February 27-March 2 1984. Warrendale, Penn, Society of Automotive Engineers.
- NHTSA (2000). *A preliminary assessment of the crash-reducing effectiveness of passenger car daytime running lamps (DRLs)*. Report DOT HS 808 645. Washington D. C., U. S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- NHTSA (2001). *Fifth/sixth report to congress effectiveness of occupant protection systems and their use*. NHTSA Report Nr. DOT HS 809 442.
- NHTSA (2007). *Nighttime glare and driving performance*. Report to Congress. National Highway Traffic Safety Administration.
- NHTSA. (1997). *Relationship of vehicle weight to fatality and injury risk in model year 1985-93 passenger cars and light trucks*. Report DOT HS 808 569 NHTSA Summary Report. National Highway Traffic Safety Administration. US Department of Transportation.
- Nicolaysen, B. (1995). *Samfunnsøkonomiske gevinster av bedre veiforbindelse mellom Slagentangen og E-18*. TØI-notat 1002. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Nielsen, H.V., Eriksen, E., Nordentoft, E.L. & Weeth, R. (1977). Virkningen af sikkerhedsselelovgivningen i Danmark. I Rf-T-rapport 21, *Virkningen af lov om påbudt brug af sikkerhedssele*, 59-79. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Nielsen, K. R. (1974). *Børn i biler. En undersøgelse udført ved Retsmedicinsk Institut Århus Universitet*. RFT-notat 128. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Nilsson, G. (1994). *Vägransporter med farligt gods - Farligt gods i vägtrafikolyckor*. VTI-rapport 387:3., Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Nilsson, L. (1995). *Driving with autonomous intelligent cruise control in critical traffic situations: Effects on driver behaviour, workload and attitudes*. Sv RTI '91-'94. DALTM/AICC safety study. Swedish Road and Transport Research Institute (VTI). Linköping.
- Nilsson, L., H. Alm & W. Janssen. (1992). *Collision avoidance systems - effects of different levels of task allocation on driver behaviour*. VTI särtryck nr 181/1992. Väg- och Trafikinstitutet, Linköping.
- Nirula, R., Mock, C.N., Nathens, A.B. & Grossman, D.C. (2004). The new car assessment program: Does it predict the relative safety of vehicles in actual crashes? *Trauma Injury Infect. Crit. Care*, **57**, 779-786.
- NMR (2012). *Trafikksikkerhet for motorsykler* - nordisk policydokument. Nordisk Motorsykkel Råd.
- Noordzij, P. C., Forke, E., Brendicke, R., & Chinn, B. P. (2001). *Integration of needs of moped and motorcycle riders into safety measures*. Report D-2001-5. Leidschendam, SWOV.
- Nordisk Trafikksikkerhetsråd. (1975). *Motorcyklar och mopeder - trafikssäkerhet och konstruktion*. NTR-rapport 13. Nordisk Trafikksikkerhetsråd, Stockholm.
- Nordisk Trafikksikkerhetsråd. (1976). *Varselljus - bilbelysning under dagtid*. NTR-rapport 17. Nordisk Trafikksikkerhetsråd, Stockholm.
- Nordisk Trafikksikkerhetsråd. (1980). *Bättre synbarhet - cyklar, cyklar, mopeder, motorcyklar*. NTR-rapport 29. Nordisk Trafikksikkerhetsråd, Stockholm.
- Nordisk Trafikksikkerhetsråd. (1984). *Sikring av voksne og barn i personbilers bakseter. En beregning av virkningen av alternative bestemmelser*. NTR-rapport 37. Nordisk Ministerråd, Oslo.
- Nordqvist, M., & Gregersen, N. P. (2010). *Study on motorcyclist's behavior and attitude towards road safety*. Sveriges MotorCyklister, SMC; Nationalföreningen för Trafiksäkerhetens Främjande, NTF.
- Norges Forsikringsforbund. (1995). *Veitrafikkulykker 1994. Forsikringssselskapenes skademeldinger etter veitrafikkulykker i 1994* - TRAST. Diagrammer og tabeller. Norges Forsikringsforbund, Oslo.
- Norges Offentlige Utredninger (NOU) (1984). *NOU 1984:6 Personbilpolitikk - personbilen i norsk samferdsel*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Norin, H. & B. Andersson. (1978). *Kan barn använda bilbälte?* Göteborg, AB Volvo Personvagnar, Trafikolycksforskningen, Göteborg.
- Norin, H., Nilsson-Ehle, A., Saretok, E. & Tingvall, C. (1980). *Injury - reducing effect of seat belts on rear seat passengers*. Volvo Car Corporation and The Swedish Road Safety Office, Göteborg and Borlänge.

- Norin, H., Saretok, E., Jonasson, K. & Samuelsson, S. (1978) *Barnet i Volvobilen. Om Volvos forskning för ökad barnsäkerhet*. Göteborg, AB Volvo Personvagnar, Göteborg.
- Normand, J. (1971). Influence of studded tires on winter driving safety in Quebec. *Highway Research Record*, **352**, 50-61.
- Nygaard, L. M. (2010). *Tilstandsundersøkelse kap 2/2010 – Bruk av sykkelhjelm*. Notat datert 14.10.2010. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Nygaard, L. M. (2011). *Tilstandsundersøkelse kap 3/2011 – Bruk av piggdekk*. Notat datert 12.4.2011. Oslo, Vegdirektoratet.
- Nygren, Å. (1984). Injuries to car occupants - some aspects of the interior safety of cars. *Acta Oto-Laryngologica Scandinavica*, **Supplement 395**.
- Nygren, Å., H. Gustafsson and C. Tingvall. (1985). Effects of Different Types of Headrest in Rear-End Collisions. *Proceedings of Tenth Experimental Safety Vehicle Conference*, 85-90.
- O'Day, J. & J. S. Creswell. (1971). *Can the Effect of Changes in Vehicle Design be seen in Mass Accident Data?* HIT Lab Reports, Mich, University of Michigan, Ann Arbor.
- O'Neill, B., Haddon, W., Kelley, A.B. & Sorenson, W.W. (1972). Automobile Head Restraints - Frequency of Neck Injury Claims in Relation to the Presence of Head Restraints. *American Journal of Public Health*, **62**, 399-406.
- O'Neill, B., Lund, A.K., Zador, P. & Ashton, S. (1985). Mandatory belt use and driver risk taking: an empirical evaluation of the risk-compensation hypothesis. In: *Human Behavior and Traffic Safety*, 93-118. (Evans, L. & R. C. Schwing eds.) Plenum Press, New York, NY.
- Öberg, G. (1989). *Dubbade och odubbade personbilers resbastighet*. VTI-notat T 59. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Odsell, O. (1978). *Påskjutsbromsars funktion och driftsäkerhet*. VTI-rapport 160. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- OECD Scientific expert group. (1983). *Traffic Safety of Children*. OECD, Paris.
- Offner, P. J., F. P. Rivara & R. V. Maier. (1992). The impact of motorcycle helmet use. *The Journal of Trauma*, **32**, 636-642.
- OFV. (2012). *Kjøretøystatistikk 2012*. Oslo: Opplysningsrådet for Vegtrafikken OFV.
- Øglænd DBS A/S. (1995). *Den store norske sykkelboken 1995*. Øglænd DBS A/S, Sandnes.
- Olson, C.M., Cummings, P., Rivara, F.P. (2006). Association of first- and second-generation airbags with front occupant death in car crashes: a matched cohort study. *American Journal of Epidemiology*, **164**, 161-169.
- Olson, P. L. (1989). Motorcycle Conspicuity Revisited. *Human Factors*, **31**, 141-146.
- Olson, P., Hallstead-Nussloch, R., & Sivak, M. (1981). The effect of improvements in motorcycle/motorcyclist conspicuity on driver behavior. *Human Factors*, **23(2)**, 237-248.
- O'Neill, B., & Kyrychenko, S. (2004). *Crash incompatibilities between cars and light trucks: issues and potential countermeasures*. Paper presented at the SAE Technical Paper Series, 2004-01-1166. SAE World Congress, Detroit, Michigan.
- Opplysningsrådet for veitrafikken. (1993). *Tekniske data. Personbiler*. Juni 1993. Opplysningsrådet for veitrafikken, Oslo.
- Oranen, L. (1975). *Investigations into light traffic I*. Reports from Liikenneturva 16. Liikenneturva, Central Organization for Traffic Safety, Helsinki.
- Ørjasæter, J. & J. R. Bang. (1993). *Utslipp med og uten kjøreløys*. Rapport. Teknologisk institutt, Avdeling for kjøretøytteknikk, Oslo.
- Orth, P. (1995). *Scheinwerfer-Reinigungssysteme*. Paper presented at the Progress in automobile lighting. Darmstadt. pp. 136-140.
- Oslo kommune (2011). *Statistisk årbok for Oslo 2011*. Oslo kommune.
- Otte, D. (1994). *Improvements of optimal passive safety of motorcycles in traffic accidents with integrated leg protector*. 6. Fachtagung 'Motorrad', VDI Berichte 1159, Düsseldorf.
- Otte, D., Jänsch, M., & Haasper, C. (2012). Injury protection and accident causation parameters for vulnerable road users based on German in-depth accident study GIDAS. *Accident Analysis & Prevention*, **44(1)**, 149-153.
- Otte, D., Schroeder, G., & M., R. (2002). Possibilities for load reductions using garment leg protectors for motorcyclists -- a technical, medical and biomechanical approach. *Annual Proceedings. Association for the Advancement of Automotive Medicine*, **46**, 367-385.
- Padmanaban, J. (2007). *Field performance study of electronic stability control system effectiveness in us fatal crashes*. Paper presented at the 2007 International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impact.
- Page, Y. & Cuny, S. (2006). Is electronic stability control effective on French roads? *Accident Analysis and Prevention*, **38**, 357-364.
- Page, Y., Cuny, S., Zangmeister, T., Kreiss, J. P., & Hermitte, T. (2009). The evaluation of the safety benefits of combined passive and on-board active safety applications. *Annals of Advances in Automotive Medicine*, **53**. *Proceedings of the 53rd Annual Conference of the Association for the Advancement of Automotive Medicine*, pp. 117-127.
- Page, Y., Foret-Bruno, J.-Y., & Cuny, S. (2005). Are expected and observed effectiveness of emergency brake assist in preventing road injury accidents consistent? Paper 05-0268. *Proceedings of the 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)*.
- Pahl, H.-J. (2002). *Luftfedern in Nutzfahrzeugen*. Dormagen: LFT Germany GmbH. http://www.hjpahl.com/frameset_d_2f.htm.
- Pai, C.-W. (2009). Motorcyclist injury severity in angle crashes at t-junctions: Identifying significant factors and analysing what made motorists fail to yield to motorcycles. *Safety Science*, **47(8)**, 1097-1106.
- Pai, C.-W. (2011). Motorcycle right-of-way accidents-a literature review. *Accident Analysis & Prevention*, **43(3)**, 971-982.
- Pape, D. B., Harback, K. & McMillan, N. (2007). *Cargo tank roll stability study*. Battelle Final Report, prepared for the US Department of Transport; contract no. GS23-F-0011L.
- Parizet, E., Robart, R., Chamard, J.-C., Schlittenlacher, J., Pondrom, P., Ellermeier, W. et al. (2013). Detectability and annoyance of warning sounds for electric vehicles. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, **19(1)**, 040033.

- Parsons, G. (1995). Motor Vehicle fires in Traffic Crashes and the effects of the fuel system integrity standard. *Accident Investigation Quarterly*, **6**, 20-40.
- Partyka, S. C. (1979). Fatal accidents in the first fifteen months of the National Crash Severity Study. *Proceedings of Twenty-Third Conference of the American Association for Automotive Medicine* (77-89), Louisville, KY, October 3-6, Louisville.
- Partyka, S. C. (1988A). *Papers on Adult Seat Belts - Effectiveness and Use*. Report DOT HS 807 285. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Partyka, S. C. (1988B). *Lives Saved by Child Restraints from 1982 through 1987*. Report DOT HS 807 371. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Partyka, S. C. (1990). Differences in reported car weight between fatality and registration data files. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 161-166.
- Perchonok, K. (1978). *Studded Tires and Highway Safety. An Accident Analysis*. National Cooperative Highway Research Program Report 183. TRB, National research Council, Washington DC.
- Perchonok, K., Ranney, T.A., Baum S. et al. (1978). *Hazardous Effects of Highway Features and Roadside Objects. Volume 2: Findings*. Report FHWA-RD-78-202. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Perel, M. (1976). *Analyzing the Role of Driver/Vehicle Incompatibilities in Accident Causation Using Police Reports*. Report DOT-HS-801-858. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Phan, V., Moutreuil, M., Martin, A., Feurxer, J., & Hermitte, T. (2008). Rider: A complete study on accidents involving a powered two-wheelers. *International Motorcycle Conference*, 7th, 2008, Essen, Germany.
- Pinto, M., Cavallo, V., & Saint-Pierre, G. (2014). Influence of front light configuration on the visual conspicuity of motorcycles. *Accident Analysis & Prevention*, **62**, 230-237.
- Povey, L.J., Frith, W.J. & Graham, P.G. (1999). Cycle helmet effectiveness in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, **31**, 763-770.
- Powell, E. C., & Tanz, R. R. (2000). Tykes and bikes: Injuries associated with bicycle-towed child trailers and bicycle-mounted child seats. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, **154**(4), 351-353.
- Preston, B. (1980). Child cyclist accidents and cycling proficiency training. *Accident Analysis and Prevention*, **12**, 31-40.
- Preus, C. K. (1971). Discussion of "Resistance of Various Types of Bituminous Concrete and Cement Concrete to Wear by Studded Tires," by J. Hode Keyser, *Highway Research Record* No. **352**, Highway (Transportation) Research Board, pp. 31-38.
- Preus, C. K. (1973). After studs in Minnesota. *Highway Research Record*, **477**, 11-15.
- Preusser, D. F. & A. K. Lund. (1988). And Keep on Looking: A Film to Reduce Pedestrian Crashes Among 9 to 12 Year Olds. *Journal of Safety Research*, **19**, 177-185.
- Preusser, D. F., Ferguson, S. A., & Williams, A. F. (1998). The effect of teenage passengers on the fatal crash risk of teenage drivers. *Accident Analysis & Prevention*, **30**(2), 217-222.
- Pucher Ingenieurbüro (1977). *Überprüfung der Auswirkung des Verbotes der Spikes-Reifen*. FP 7541/3. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Purdy, G. (1993). Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail. *Journal of Hazardous Materials*, **33**, 229-259.
- Quddus, M. A., Noland, R. B., & Chin, H. C. (2002). An analysis of motorcycle injury and vehicle damage severity using ordered probit models. *Journal of Safety Research*, **33**(4), 445-462.
- Radin Umar, R. S. (2005). The value of daytime running headlight initiatives on motorcycle crashes in malaysia. *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific*, **74**, 17-31.
- Radin Umar, R. S., G. M. Mackay & B. L. Hills. (1995). Preliminary Analysis of Motorcycle Accidents: Short-Term Impacts of the Running Headlights Campaign and Regulation in Malaysia. *Journal of Traffic Medicine*, **23**, 17-28.
- Radin Umar, R. S., Mackay, G. M. & Hills, B. L. (1996). Modelling of conspicuity-related motorcycle accidents in Seremban and Shah Alam, Malaysia. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 325-332.
- Ragnøy, A. (1989). *Trafikksikkerhet og drengasfalt*. Arbeidsdokument TST/0143/89. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ragnøy, A. (2005). *Vegtrafikkkulykker om vinteren*. Arbeidsdokument sm/1654/2005. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Ragnøy, A., Karlsen, P. G. & Larsen, S. (2000). Vinterdekk uten pigger. I: Kolbenstvedt, M.; Solheim, T.; Amundsen, A. H. *Miljøhåndboken. Trafikk og miljøtiltak i byer og tettsteder*, 413-420. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Rångtjell, H. (1973). *Trafikolykor med bensinbränder i bilar 1969-71*. VTI-rapport 23. Statens väg- och trafikinstitut, Stockholm.
- Rausch, A., J. Wong & M. Kirkpatrick. (1982). A field test of two single, center, high mounted brake light systems. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 287-291.
- Rea, M. S., Bierman, A., McGowan, T., Dickey, F. & Havard, J. (1997). *A field study comparing the effectiveness of metal halide and high pressure sodium illuminants under mesopic conditions*. Paper presented at the CIE Symposium on Visual Scales: Photometric and Colorimetric Aspects (pp. 60-64). Teddington, UK. Vienna, Austria: Commission Internationale de l'Éclairage.
- Reason, J. (1994). *Menschliches Versagen*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Reeder, A. I., Alsop, J. C., Langley, J. D., & Wagenaar, A. C. (1999). An evaluation of the general effect of the new zealand graduated driver licensing system on motorcycle traffic crash hospitalisations. *Accident Analysis & Prevention*, **31**(6), 651-661.
- Reeder, A.I., Chalmers, D.J. & Langley, J.D. (1995). Young on-road motorcyclists in New Zealand: age of licensure, unlicensed riding, and motorcycle borrowing. *Injury Prevention* **1**, 103-108.
- Regan, M.A., Triggs, T.J., Young, K.L. et al. (2006). *On-road evaluation of intelligent speed adaptation, following distance warning and seat-belt reminder systems: Final results of the TAC SafeCar project*. report No. 253. MUARC.

- Reilhac, F., Moizard, J. & Reiss, J. (2008). Innovative Lichtsysteme erhöhen die Verkehrssicherheit. *Automobiltechnische Zeitschrift*, **110(3)**, 210-217.
- Reilly, R. E., D. S. Kurke & C. C. Buckenmaier. (1980). *Validation of the reduction of rearend collisions by a high mounted auxiliary stoplamp*. Report DOT-HS 805 360. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Reinfurt, D. W., C. Z. Silva & A. F. Seila. (1976). *A Statistical Analysis of Seat Belt Effectiveness in 1973-75 Model Cars Involved in Towaway Crashes*. Report DOT-HS-5-01255. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 1976 (siteret etter Berard-Andersen 1978). Washington DC.
- Reinfurt, D.W., Campbell, B.J., Stewart, J.R. & Stutts, J.C. (1990). Evaluating the North Carolina safety belt wearing law. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 197-210.
- Reinsberg, H. (2004). Sichtbarkeit von Lkw: Erfahrungen aus den USA und Europa. *Internationales Verkehrswesen*, **56(12)**, 554-557.
- Rice, R. S. & R. D. Roland. (1970). *An Evaluation of the Performance and Handling Qualities of Bicycles*. Technical report CAL No VJ-2888-K. Cornell Aeronautical Laboratory, Cornell University, Buffalo, NY.
- Richardson, H. A. (1974). *A motorcycle safety helmet study*. NHTSA Staff Report PB-231 318. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Rideng, A. (1994). *Transportytelser i Norge 1946-1993*. Rapport 256. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Rideng, A. (1995). *Transportytelser i Norge 1946-1994*. TØI-rapport 303. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Rivara, F.P., Thompson, D.C., Thompson, R.S. (1997). Epidemiology of bicycle injuries and risk factors for serious injury. *Injury Prevention* **3**, 110-114.
- Rizzi, M., Strandroth, J., & Tingvall, C. (2009). The effectiveness of antilock brake systems on motorcycles in reducing real-life crashes and injuries. *Traffic Injury Prevention*, **10(5)**, 479 - 487.
- Roberts, A. K. (1983). *The effect of rear seat passengers on front seat occupants in frontal impacts*. TRRL Laboratory Report 1079. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Robertson, L. S. & A. B. Kelley. (1989A). Static stability as a predictor of overturn in fatal motor vehicle crashes. *The Journal of Trauma*, **29**, 313-319.
- Robertson, L. S. (1976). An instance of effective legal regulation: motorcyclist helmet and daytime headlamp laws. *Law and Society*, **Spring 1976**, 467-477.
- Robertson, L. S. (1989B). Risk of fatal rollover in utility vehicles relative to static stability. *American Journal of Public Health*, **79**, 300-303.
- Robin K. (2009). *Benefit-Cost Analyses of Onboard Safety Systems*. American Transportation Research Institute, 950 North Glebe Road, Arlington, VA 22203. Publication No. FMCSA-RRT-09-023.
- Robinson, B. J. & A. R. Duffin. (1993). The performance and reliability of antilock braking systems. Braking of Road Vehicles. *Proceedings (115-126) of the Institution of Mechanical Engineers*, 23-24 March 1993, Institution of Mechanical Engineers (IMEchE), Birdcage Walk, London. Published by Mechanical Engineers Publications Limited, London.
- Robinson, B. J. & B. S. Riley. (1991). Improving HGV Safety - Front Underrun Guards and Antilock Braking Systems. *Proceedings of 13th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, 1275-1284, November 4-7, 1991, Paris, France.
- Robinson, B., Hulshof, W., Cookson, R., Cuerden, R., Hutchins, R., & Delmonte, E. (2011). *Cost benefit evaluation of advanced primary safety systems*. Published Project Report PPR 586. TRL.
- Robinson, D. L. (1996). Head injuries and bicycle helmet laws. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 463-475.
- Robinson, D. (2006). Analysis and comment: No clear evidence from countries that have enforced the wearing of helmets. *British Medical Journal*, **332**, 722-725.
- Robinson, D.J. (2007). Bicycle helmet legislation: can we reach a consensus? *Accident Analysis and Prevention* **39**, 86-93.
- Robinson, D.L. (2001). Changes in head injury with the New Zealand bicycle helmet law. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 687-691.
- Robinson, T. L., Wateerson, B., Dodd, M., Minton, R. & Gard, R. (2009). *The heavy vehicle crash injury study. Phase II report*. Published Project Report PPR455. Transport Research Laboratory.
- Rock, S. M. (1993). Risk compensation and the Illinois seat belt use law. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 537-544.
- Rock, S. M. (1996). Impact of the Illinois child passenger protection act: a retrospective look. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 487-492.
- Rogerson, P. (1991). *Accident involvement and exposure by type of motorcycle*. Vic Roads Report GR 91 -5. VicRoads, Hawthorn, Victoria.
- Rogerson, P., J. Lambert & P. Allen. (1992). *Motorcycle accident involvement by power to weight ratio for novice and experienced drivers*. Report GR 92 - 11. Vic Roads, Kew, Victoria, Australia.
- Roine, M. (1996). Estimation of the effects of studded tyres using disaggregated accident models. In: *KFB&VTI forskning/research* **18, del 1**, 143-157. Kommunifikationsforskningsberedningen og Statens Väg- och Transportforskningsinstitut, Stockholm og Linköping.
- Romano, P. S. & E. McLoughlin. (1991). Helmet use and fatal motorcycle injuries in California, 1987-1988. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, **6**, 21-37.
- Roosmark, P.-O., K. Andersson & G. Ahlqvist. (1976). *Dubbäckes effekt på trafikolyckor*. VTI-rapport 72. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.

- Rosehahn, E.-O. & Hamm, M. (2001). *Measurements and ratings of HID headlamp impact on traffic safety aspects*. SAE Technical Papers, Series 2001-01-0302. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers.
- Rosehahn, E.-O. & Hamm, M. (2004). *Adaptive Kraftfahrzeugscheinwerfer: Von der Idee bis zum Serienprodukt*. Paper presented at the Tagung Licht 2004 in Dortmund.
- Rosendahl, K. E. (1996). *Helseeffekter av luftforurensning og virkninger på økonomisk aktivitet. Generelle relasjoner med anvendelse på Oslo*. Rapport 96/8. Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Rosendahl, K. E. (2000). *Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning*. SFT rapport 1718. Oslo, Statens forurensningstilsyn.
- Ross, C. F. (1993). Trailer ABS for the future. *Proceedings (203-214) of the Institution of Mechanical Engineers*, 23-24 March 1993, Institution of Mechanical Engineers (IMEchE), Birdcage Walk, London. Published by Mechanical Engineers Publications Limited, London.
- Ross, D.J. (1983). The prevention of leg injuries in motorcycle accidents. *Injury* **15**, 75-77.
- Rößger, L., Hagen, K., Krzywinski, J., & Schlag, B. (2012). Recognisability of different configurations of front lights on motorcycles. *Accident Analysis & Prevention*, **44**(1), 82-87.
- Rothengatter, J. A. & Heino, A. (1994). Safety evaluation of collision avoidance systems. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 2047-2054. Paris.
- Rudin-Brown, C. M. (2004). Vehicle height affects drivers speed perception. *Transportation Research Record*, **1899**, 84-89.
- Rudin-Brown, C.M. & Parker, H.A. (2004). Behavioural adaptation to adaptive cruise control (ACC): implications for preventive strategies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **7**, 59-76.
- Rumar, K. & G. Johansson. (1964). *Siktsträckor under morkertrafik vid möte med felinställt halvljus*. Rapport 13. Psykologiska institutionen, Uppsala Universitet, Uppsala.
- Rumar, K. (1968). *Halogenstrålkastare och konventionella strålkastare. En jämförelse av siktsträckor*. Rapport S33. Psykologiska institutionen, Uppsala Universitet, Uppsala.
- Rumar, K. (1973). *Dirty headlights - frequency and visibility effects*. Report 136. Department of psychology, University of Uppsala.
- Rumar, K. (1980). Running lights - conspicuity, glare and accident reduction. *Accident Analysis and Prevention*, **12**, 151-157.
- Rumar, K., G. Helmers & M. Thorell. (1973). *Obstacle visibility with European halogen H4 and American sealed beam headlights*. Report 133. Department of psychology, University of Uppsala.
- Russell, E. R. (1993). Rating Countermeasures for Mitigation of Hazardous Materials Incidents. *Journal of Transportation Engineering*, **119**, 211-225.
- Rutledge, R. & J. Stutts. (1993). The association of helmet use with the outcome of motorcycle crash injury when controlling for crash/injury severity. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 347-353.
- Sabey, B. E., B. E. Grant & C. A. Hobbs. (1977). *Alleviation of injuries by use of seat belts*. TRRL Supplementary Report 289. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Sætermo, I-A. (1995). *Risiko for tunge kjøretøy*. Arbeidsdokument TST/0637/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sæther, J. P. (1980). *Økonomisk vurdering av underkjøringsbinder på lastebiler*. Arbeidsdokument av 29.4.80 (prosjekt 4650 økonomiske analyser av trafikksikkerhet). Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sagberg, F. & Sætermo, I.A. (1996). *Atferdstilpasning til kollisjonspuiter og blokkeringsfrie bremses*. TØI-rapport 335/1996. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F. & Sørensen, M. W. J. (2010). *130 dødsulykker med vogntog. Gjennomgang av dødsulykker i 2005-2008 gransket av Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper*. TØI-Rapport 1061/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F., Bjørnskau, T., Vaa, T., Glad, A., & Berge, G. (2002). *Faktorer som påvirker kjørefart. Litteraturstudier og hypoteser. SIP Førertatferdsmodeller: Rapport 2*. TØI-Rapport 601/2002. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F.; Vaa, T. (1995). *Mobiltelefonbruk, kjøreatferd og ulykkesrisiko. Vurdering av forskningsresultater, kunnskapsbehov og mulige tiltak*. TØI-notat 1020. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Salmi, L.R., Thomas, H., Fabry, J. & Girard, R. (1989). The effect of the 1979 French seat-belt law on the nature and severity of injuries to front-seat occupants. *Accident Analysis and Prevention*, **21**, 589-594.
- Salusjärvi, M. & T. Potinkara. (1987). *Kostnadsnyttaanalys av tilläggsbromsljus*. VTT-meddelande 658. Statens Tekniska Forskningscentral (VTT), Esbo.
- Samaha, R. R., Digges, K., Fesich, T., & Authaler, M. (2010). Frontal crash testing and vehicle safety designs: A historical perspective based on crash test studies. *Training*, **2013**, 12-09.
- Samferdselsdepartementet (2007). *Forskrift om krav til sykkel, 1990-02-19 nr 119*, revidert mars 2007, www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/19900219-0119.html.
- Samferdselsdepartementet (2010). *Nasjonalt tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg 2010-2013*. Sargent og Sheppard 1974 (Storbritannia, kryssing av veg)
- Samferdselsdepartementet (2010). *Sluttrapport for prøveprosjektet: Føreropplæring i tilknytning til videregående skole: Bedre og billigere i distriktene*.
- Samferdselsdepartementet (2012). *Forskrift om bruk av kjøretøy, 1990-01-25 nr 92*, revidert januar 2012, www.lovdata.no/for/sf/sd/xd-19900125-0092.html#map003.
- Sampson, C. J. M. & Cebon, D. (2001). *Achievable roll stability of heavy vehicles*. Cambridge, UK: Cambridge University Engineering Department.

- Samstad, H., Ramjerdi, F., Veisten, K., Navrud, S., Magnussen, K., Flügel, S., Killi, M., Harkjerr Halse, A., Elvik, R. & San Martin, O. (2010). *Den norske verdsettingsstudien. Sammendragsrapport*. Rapport 1053. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Sandberg, U., Goubert, L., & Mioduszewski, P. (2010). *Are vehicles driven in electric mode so quiet that they need acoustic warning signals*. Paper presented at the 20th International Congress on Acoustics.
- Satoh H. & I. Tanigushi. (1994). A new control method of adaptive cruise control. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 2094-2101. Paris.
- Satterthwaite, S. P. (1976). An assessment of seasonal and weather effects on the frequency of road accidents in California. *Accident Analysis and Prevention*, **8**, 87-96
- Savolainen, P. T., Mannering, F. L., Lord, D., & Quddus, M. A. (2011). The statistical analysis of highway crash-injury severities: A review and assessment of methodological alternatives. *Accident Analysis & Prevention*, **43(5)**, 1666-1676.
- Savolainen, P., & Mannering, F. (2007). Probabilistic models of motorcyclists' injury severities in single- and multi-vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 955-963.
- Sayer, J., LeBlanc, D., Bogard, S., Funkhouser, D., Bao, S., Buonarosa, M. L., & Blankespoor, A. (2011). *Integrated vehicle-based safety systems, field operational test final program report*. Report DOT HS 811 482. The University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI). Ann Arbor, Michigan.
- Schaller, K.V. (2004). LKW der Zukunft. *VDI-Berichte*, **1851**, 47-82.
- Schepers, A. & M. Schmid. (1996). *Unfallrisiko von Pkw unterschiedlicher Fahrzeugtypen*. Mensch und Sicherheit Heft M 62. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Schepers, P., & Wolt, K. K. (2012). Single-bicycle crash types and characteristics. *Cycling Research International*, **2**, 119-135.
- Scherz, R. G. (1979). Epidemiology of Childhood Motor Vehicle Related Accidents. SAE Technical Paper 791013. Printed in *Proceedings (291-305) of Twenty-Third Stapp Car Crash Conference*, October 17-19, 1979, Warrendale, PA, Society of Automotive Engineers, San Diego, California.
- Schittenhelm, H., & Daimler, A. (2013). Advanced brake assist-real world effectiveness of current implementations and next generation enlargements by Mercedes-Benz. Paper Number 13-0194. *Proceedings of the 23rd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV)*.
- Schlag, B., Petermann, I., Weller, G. & Schulze, C. (2009). *Mehr Licht, Mehr Sicht, Mehr Sicherheit? Zur Wirkung verbesserter Licht- und Sichtbedingungen auf das Fahrverhalten*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schneider, L. & Flannagan, C. (2004). *Comparison of frontal crash protection in "Pre-1998" and "1998+" model year vehicles*. Blue Ribbon Panel Public Meeting, April 14, 2004, Washington D.C.
- Schönebeck, S., Ellmers, U., Gail, J., Krautscheid, R. & Tews, R. (2005). *Abschätzung möglicher Auswirkungen von Fabren mit Licht am Tag (Tagfabrleuchten / Abblendlicht) in Deutschland*. Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen. BASt, Bergisch Gladbach.
- Schoon, C. C. (1996). Influence of the bicycle quality on accidents. *An accident analysis based on a written survey (invloed kwaliteit fiets op ongevalen. Een ongevalanalyse aan de hand van een schriftelijke enquête)*. SWOV.
- Schram, R., Williams, A., & van Ratingen, M. (2013). *Implementation of autonomous emergency braking (AEB), the next step in EuroNCAP's safety assessment*. Paper Number: 13-0269. ESV.
- Schröder Hansen, K., Engesæter, L.B. & Viste, A. (2003). Protective Effect of Different Types of Bicycle Helmets. *Traffic Injury Prevention*, **4**, 285-290.
- Schröder Hansen, K., Hansen, T.E. & Walløe, A. (1995). *Sykkelulykker og sykkelskader. En epidemiologisk registrering i Bergen*. Haukeland sykehus, Bergen.
- Schroeder, G. & Bosch, U. (2005). Is the kneebag safe in out of position situations? *Berichte der Bundesanstalt fuer Strassenwesen, Fahrzeugtechnik*, **55**, 189-191.
- Schulz, U. (1995). Gibt es einen zusammenhang zwischen motorradleistung und unfallverwicklung? *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*, **33**, 239-244.
- Schulz, U. (1998). Riding style, engine power, and accident involvement of motorcyclists. *Proceedings 2nd International Motorcycle Conference*, Munich, pp- 263-277.
- Schützenhofer, A., Koch, U. & Henökl, H. (1990). *Effektivitätsuntersuchung des Modellversuches Fabren mit Licht am Tag der Grazer Verkehrsbetriebe (Evaluation of the DRL-experiment on the fleet of the Graz Authority)*. Kuratorium für Verkehrssicherheit, Landesstelle Steiermark, Graz.
- Schwertberger, W. (1994). Autonomous intelligent cruise control in commercial vehicles. *Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, Paris 30 Nov - 3 Dec 1994, 4, 1886-1891.
- Scuffham, P. & J. Langley. (1994). *Trends in cycle injury in New Zealand under voluntary helmet use*. Unpublished manuscript, November 1994. Injury Prevention Research Unit, University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- Scuffham, P. A. and J. D. Langley (1997). Trends in cycle injury in New Zealand under voluntary helmet use. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 1-9.
- Scuffham, P., Alsop, J., Cryer, C. et al. (2000). Head injuries to bicyclists and the New Zealand bicycle helmet law. *Accident Analysis and Prevention*, **32** 565-573.
- Scully, J., & Newstead, S. (2010). *Followup evaluation of electronic stability control effectiveness in Australasia*. Report No. 306. MONASH University Accident Research Centre.
- Segui-Gomez, M. (2000). Driver airbag effectiveness by severity of the crash. *American Journal of Public Health*, **90**, 1575-1581.

- Segui-Gomez, M., Lopez-Valdes, F. J., & Frampton, R. (2010). Real-world performance of vehicle crash test: The case of Euro NCAP. *Injury Prevention*, **16**(2), 101-106.
- Seiniger, P., Schröter, K., & Gail, J. (2012). Perspectives for motorcycle stability control systems. *Accident Analysis & Prevention*, **44**(1), 74-81.
- Sexton, B., Baughan, C. J., Elliott, M. A., & Maycock, G. (2004). *The accident risk of motorcyclists*. TRL Report TRL607.
- Sferco, R., Page, Y., Lecoz, J.Y. & Fay, P.A. (2001). Potential effectiveness of electronic stability programs (ESP) – what European field studies tell us. *Proceedings of the 17th international technical conference on the enhanced safety of vehicles*, Amsterdam.
- Shafi, S., Gilbert, J.S., Loghmanee, F., Allen, J.E. Caty, M.G., Glick, P.L., Garden, C.S. & Azizkhan, R.G. (1998). Impact of Bicycle Helmet Safety Legislation on Children Admitted to a Regional Pediatric Trauma Center. *Journal of Pediatric Surgery*, **33**, 2, 317-321.
- Shankar, B.S., Ramzy, A.I., Soderstrom, C.A. et al. (1992). Helmet use, patterns of injury, medical outcome, and costs among motorcycle drivers in Maryland. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 385-396.
- Shankar, V., & Mannering, F. (1996). An exploratory multinomial logit analysis of single-vehicle motorcycle accident severity. *Journal of Safety Research*, **27**(3), 183-194.
- Sigl, F. (2007). *Erkennbarkeit kontrastarmer Hindernisse bei Abblendlicht unter Berücksichtigung moderner Scheinwerfersysteme*. VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 2007-02.
- Simon, M. C., Botto, P., Page, Y., & Paulhet. (2001). *The potential gain to be achieved by generalization of seatbelts and airbags in trucks*. *International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*. Amsterdam, The Netherlands.
- Simons-Morton, B., Lerner, N., & Singer, J. (2005). The observed effects of teenage passengers on the risky driving behavior of teenage drivers. *Accident Analysis & Prevention*, **37**(6), 973-982.
- Sivak, M., Flannagan, M. J., Schoettle, B. & Adachi, G. (2003). *Driving with HID Headlamps: A Review of Research Findings*. SAE Papers, 2003-01-0295.
- Sivak, M., Flannagan, M. J., Schoettle, B. & Mefford, M. L. (2004A). Driving performance with and preference for high-intensity discharge headlamps. *Lighting Research and Technology*, **36**, 3-10.
- Sivak, M., Schoettle, B., & Flannagan, M. J. (2004B). LED headlamps: glare and colour rendering. *Lighting Research and Technology*, **36**(4), 295-303.
- Sivak, M., Flannagan, M. J., Schoettle, B. & Nakata, Y. (2001). *Benefits of applying adaptive lighting to the U.S. and European low-beam patterns*. Report UMTRI-2001-20. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Transportation Research Institute.
- Sivak, M., Flannagan, M. J., Traube, E. C., Aoki, M. & Sayer, J. R. (1994). *Evaluation of an active headlight system*. Report No. UMTRI-94-17. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Transportation Research Institute.
- Sivak, M., Luoma, J., Flannagan, M. J., Bingham, C. R., Eby, D. W. & Shope, J. T. (2007). Traffic safety in the U.S.: Re-examining major opportunities. *Journal of Safety Research*, **38**(3), 337-355.
- Sivak, M., Schoettle, B. & Flannagan, M. J. (2006). *Recent Changes in Headlamp Illumination Directed Toward Traffic Signs*. Report UMTRI 2006-31. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Transportation Research Institute.
- Sivak, M., Schoettle, B., Flannagan, M. J. & Minoda, T. (2005). Optimal strategies for adaptive curve lighting. *Journal of Safety Research*, **36**(3), 281-288.
- Sivinski, R. (2011). *Crash prevention effectiveness of light-vehicle electronic stability control: An update of the 2007 nhtsa evaluation*. Report DOT HS 811 486. Evaluation Division; National Center for Statistics and Analysis. National Highway Traffic Safety Administration. Washington, DC.
- Sjödén, T. (1994). *Aktivering av luftkudde vid sidokollisioner. Sensor och sensorutveckling*. Chalmers Tekniska Högskola, Personskadeprevention, Examensarbete.
- Smith, P. (1973). Winter accident experience in Ontario with and without studded tires. *Highway Research Record*, **477**, 16-26.
- Smith, R. L., Burger, W. J., Ziedman, K. & Mulholland, M. (1985). *Improved commercial vehicle conspicuity and signalling systems - task III field test evaluation of vehicle reflectorization effectiveness*. Reflectorized Safety Plate Task Force, Connecticut General Assembly, Joint Committee on Transportation (SAE Paper 856096).
- Smith, R.L., M. U. Mulholland & W. J. Burger. (1985). *Field test evaluation of rearview mirror systems for commercial vehicles*. Report No DOT HS 806 948 US Department of Transportation, Washington DC.
- Smith, T. A. (2009). *Multivariate analysis of maids fatal accidents*. ACEM Report MAIDS In-Depth Investigation of Motorcycle Accidents. Brussels: Belgium.
- Soininen, M. (2004). *Linja-autojen liikenneturvallisuus (Traffic safety of buses)*. LINTU-julkaisu 3A/2004. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- Somers, R. L. & A. Hansen. (1984). The cost of rear-end collisions in Denmark and the potential savings from a high center-mounted auxiliary brake light. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 423-432.
- Sørensen, M. W. J. (2013). *ITS for sykkel*. Tiltakskatalog.no - Transport, miljø og klima, Transportøkonomisk institutt.
- Spainhour, L. K., Brill, D., Sobanjo, J. O., Wekezer, J. & Mtenga, P. V. (2005). *Evaluation of traffic crash fatality causes and effects: A study of fatal traffic crashes in Florida from 1998-2000 focusing on heavy truck crashes. Final Report*. Tallahassee, Florida: Department of Civil Engineering, Florida A&M University - Florida State University.
- Spaite, D.W., Murphy, M., Criss, E.A. et al. (1991). Prospective Analysis of Injury Severity Among Helmeted and Nonhelmeted Bicyclists Involved in Collisions with Motor Vehicles. *The Journal of Trauma*, **31**, 1510-1516.
- Sparks, G. A., R. D. Neudorf & A. E. Smith. (1989). *An analysis of the use of daytime running lights in the CVA fleet in Saskatchewan*. Traffic Safety Services Department, SaskAuto, Saskatoon, Saskatchewan.

- Sparks, G.A., Neudorf, R.D., Smith, A.E. et al. (1993). The effect of daytime running lights on crashes between two vehicles in Saskatchewan: a study of a government fleet. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 619-625.
- Statens vegvesen (1982). Vegdirektoratet. *Registrering av lysbruk, CO₂-utslipp (avgass) og dekkutrustning av personbiler sommeren/høsten 1981*. Oslo, Statens vegvesen Vegdirektoratet.
- Statens Vegvesen (2009). *Temaanalyse av sykkellulykker basert på data fra dbdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken 2005-2009*. Rapport. Statens vegvesen, Region Sør, Veg- og trafikkavdelingen.
- Statens Vegvesen (2011). *Temaanalyse dødsulykker på motorsykekel 2005-2009*. VD Rapport Nr. 45. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Trafikant- og kjøretøyavdelingen.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet (1983). *Undersøkelse av mønsterdybde i dekk på personbiler sommeren/høsten 1983*. Oslo, Vegdirektoratet, Vegtrafikkavdelingen.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet (2008). *Dokumentasjon av beregningsmoduler i Effekt 6*. Oslo, Statens vegvesen Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet. (1982). *Registrering av lysbruk, CO₂-utslipp (avgass) og dekkutrustning av personbiler sommeren/høsten 1981*. Statens vegvesen Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet (2002). *Tilstandsundersøkelse nr 3/2002. Bruk av piggdekk. Korrigert utgave*. Notat av 22.4.2002. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen. (1995). *Håndbok 140. Konsekvensanalyser. Del I. Prinsipper og metodegrunnlag*. Statens vegvesen, Oslo.
- States, J.D., Annechiarico, R.P., Good, R.G. et al. (1990). A time comparison study of the New York state safety belt use law utilizing hospital admission and police accident report information. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 509-521.
- States, J.D., Balcerak, J.C., Williams, J.S. et al. (1972). Injury Frequency and Head Restraint Effectiveness in Rear-End Impact Accidents. *Proceedings of Sixteenth Stapp Car Crash Conference* 228-245.
- Statistisk sentralbyrå (1996). *Veitrafikkulykker 1995*. NOS C 332. Oslo-Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå (2006). *Statistisk årbok*
- Statistisk sentralbyrå. (1995). *Veitrafikkulykker 1994*. NOS C 255, Oslo-Kongsvinger.
- Statistiska Centralbyrån (1994). *Trafikskador 93*. Sveriges officiella statistik. Statistiska Centralbyrån, Stockholm.
- Steen, L. E. & A. Bolstad. *Piggdekk - bruk og sikkerhet. En analyse av vegtrafikkulykkene vinteren 1971/72*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo. (1972).
- Stein, H. (1985). *Fleet Experience with Daytime Running Lights in the United States*. SAE Technical Paper 851239. Warrendale, PA, Society of Automotive Engineers, Warrendale.
- Stein, H. S. & I. S. Jones. (1988). Crash Involvement of Large Trucks by Configuration: A Case-Control Study. *American Journal of Public Health*, **78**, 491-498.
- Stevens, S. S., Chin, S. M., Hake, K. A., Hwang, H.-L., Rollow, J. P. & Truett, L. F. (2001). *Truck roll stability data collection and analysis*. Oak Ridge, Tennessee: Center for Transportation Analysis.
- Stewart, J.R. & Rodgman, E.A. (1985). Comparison of NCAP test results with driver injury rates in highway crashes. In *Proceedings of the 29th Annual Conference of the American Association for Automotive Medicine*, Arlington Heights, IL, 181-197.
- Stoke, C. B. (1975). *Reflectorized license plates: Do they reduce night rear-end collisions?* Reprint number 93. Charlottesville, VA, University of Virginia and Virginia Highway and Transportation Research Council, Charlottesville.
- Storeheier, S. Å. (1985). *Vegdekker og trafikkestøy*. Rapport STF44 A85087. SINTEF, ELAB, Trondheim.
- Strandberg, L. (1978). *Tankfordons sidstabilitet*. VTI-rapport 147. Statens väg- och trafikinstitut, Linköping.
- Strandberg, L. (1989). Skidding accidents and their avoidance with different cars. *Twelfth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, Göteborg, May 29 - June 1, 1989*, Proceedings **Vol 2**, pp 825-828. US Department of Transportation, Washington DC.
- Strandroth, J., Rizzi, M., Kullgren, A., & Tingvall, C. (2012). *Head-on collisions between passenger cars and heavy goods vehicles: Injury risk functions and benefits of autonomous emergency braking*. Paper presented at the Proceedings of the International Research Council on the Biomechanics of Injury conference.
- Strandroth, J., Rizzi, M., Olai, M., Lie, A. & Tingvall, C. (2012). The effects of studded tires on fatal crashes with passenger cars and the benefits of electronic stability control (ESC) in Swedish winter driving. *Accident Analysis and Prevention*, **45**, 50-60.
- Strandroth, J., Rizzi, M., Sternlund, S., Lie, A., & Tingvall, C. (2011). The correlation between pedestrian injury severity in real-life crashes and Euro NCAP pedestrian test results. *Traffic Injury Prevention*, **12(6)**, 604-613.
- Strashny, A. (2007). *An analysis of motor vehicle rollover crashes and injury outcomes*. Report DOT HS 810 741. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Subramanian, R. (2005). *The effect of occupancy on the rollover propensity of passenger vehicles*. Paper No 05-0197. 19th International Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Washington DC.
- Sullivan, J. M. & Flannagan, M. J. (2002). The role of ambient light level in fatal crashes: inferences from daylight saving time transitions. *Accident Analysis & Prevention*, **34(4)**, 487-498.
- Sullivan, J. M. & Flannagan, M. J. (2007). Determining the potential safety benefit of improved lighting in three pedestrian crash scenarios. *Accident Analysis & Prevention*, **39(3)**, 638-647.
- Sullivan, J. M., Bärghman, J., Adachi, G. & Schoettle, B. (2004). *Driver performance and workload using a night vision system*. Report UMTRI-2004-8. Ann Arbor, Michigan: The University of Michigan Transportation Research Institute.
- Summers, S. M., Hollowell, W. T. & Prasak, A. (2003). NHTSA's research program for vehicle compatibility, *Eighteenth International Conference on Enhanced Safety of Vehicles*, Paper **No. 307**, Nagoya, Japan.

- Suri, M. P., Naik, N. R., & Raibagkar, S. C. (2007). Heel flap injuries in spoke wheel accidents. *Injury, International Journal of the Care of the Injured*, **38**, 619-624.
- Swain, A. D. & H. E. Guttman. (1980). *Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications. Draft report for interim use and comment*. Technical Report NU-REG/CR-1278. US Nuclear Regulatory Commission, Washington DC.
- SWOV. (2013). *Daytime running lights, fact sheet*. SWOV Institute for Road Safety Research: Leidschendam, the Netherlands.
- Tagaki, H.A. Shimojo & H Onuma (1996). Effects of road environments and traffic conditions under studded tires regulation in Hokkaido. Preprint F-1. Prepared for *4th international Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology*. Hokkaido Development Bureau, Civil Engineering Research Institute, Sapporo.
- Takagi, H. & N. Horita. (1993). Influences and problems of studded-tire regulation in Hokkaido. *Monthly report of Civil Engineering Research Institute*, **483**, 1-29, Hokkaido Development Bureau, Sapporo.
- Takagi, H. (1997). *Letter to Mr H. Hvoslef*, dated January 16, 1997. Hokkaido Development Bureau, Sapporo.
- Tapio, J., P. Pirtala & T. Ernvall. (1995). *The accident involvement and injury risk rates of car models*. Report 30. Publications of Road and Transport Laboratory, University of Oulu.
- Taramoeroa, N. & de Pont, J. (2009). *Optimization of heavy vehicle performance*. NZ Transport Agency research report 387.
- Tavakoli, A. (2008). *Bicycle anti-lock braking system*. Cycling Technologies.
- Tay, R. (2002). Tin cans or assault vehicles? *IATSS Research*, **26(2)**, 92-98.
- Taylor, M. & Scuffham, P. (2002). New Zealand bicycle helmet law – do the costs outweigh the benefits? *Injury Prevention*, **8**, 317-320.
- Taylor, M. C. & C. R. Lockwood. (1990). *Factors affecting the accident liability of motorcyclists - a multivariate analysis of survey data*. TRRL Research Report 270. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Teoh, E. R., & Campbell, M. (2010). Role of motorcycle type in fatal motorcycle crashes. *Journal of Safety Research*, **41(6)**, 507-512.
- Teoh, E. T. (2010). *Effectiveness of antilock braking systems in reducing motorcycle fatal crash rates*. Report. Insurance Institute for Highway Safety.
- Tessmer, J. M. (2004). *An assessment of the crash-reducing effectiveness of passenger vehicle daytime running lamps (DRLs)*. Report DOT HS 809 760. Mathematical Analysis Division, National Center for Statistics and Analysis, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.
- Theeuwes, J. & Alferdinck, J. W. A. M. (1997). The effectiveness of side marker lamps: An experimental study. *Accident Analysis & Prevention*, **29(2)**, 235-245.
- Thomas, C., Faverjon, G., Henry, C. et al. (1980). Comparative study of 1624 belted and 3242 non-belted occupants: results on the effectiveness of seat belts. *Proceedings of the Twenty-Fourth Conference of the American Association for Automotive Medicine* (422-436), October 7-9.
- Thomas, P. & M. Bradford. (1995). The nature and source of the head injuries sustained by restrained front-seat car occupants in frontal collisions. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 561-570.
- Thomas, P. (2006). Crash involvement risks of cars with electronic stability control systems in Great Britain. *International Journal of Vehicle Safety*, **1**, 267-281.
- Thomas, S., Acton, C., Nixon, J. et al. (1994). Effectiveness of bicycle helmets in preventing head injury in children: case-control study. *British Medical Journal*, **308**, 173-176.
- Thompson, D.C., Nunn, M.E., Rivara, F.P. & Thompson, R.S. (1996). Effectiveness of Bicycle Safety Helmets in Preventing Serious Facial Injuries. A Case-Control Study. *Journal of the American Medical Association*, **276**, 1974-1974.
- Thompson, D.C., Rivara, F.P. & Thompson, R.S. (1996). Effectiveness of Bicycle Safety Helmets in Preventing Head Injuries. A Case-Control Study. *Journal of the American Medical Association*, **276**, 1968-1973.
- Thompson, D.C., Thompson, R.S., Rivara, F.P. & Wolf, M. E. (1990). A Case-Control Study of the Effectiveness of Bicycle Safety Helmets in Preventing Facial Injury. *American Journal of Public Health*, **80**, 1471-1474.
- Thompson, P. A. (2003). *Daytime running lamps (DRLs) for pedestrian protection*. SAE technical paper series 2003-01-2072. Warrendale, PA, Society of Automotive Engineers.
- Thompson, R. S., F. P. Rivara & D. C. Thompson. (1989). A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets. *The New England Journal of Medicine*, **320**, 1361-1367.
- Thomson, G. A. (1980). The role frontal motorcycle conspicuity has in road accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **12**, 165-178.
- Thornley, S. J., Woodward, A., Langley, J. D., Ameratunga, S. N., & A., R. (2008). Conspicuity and bicycle crashes: Preliminary findings of the taupo bicycle study. *Injury Prevention*, **14**, 11-18.
- Thulin, H. & Niska, A. (2009). *Tema cykel - skadade cyklister: Analys baserad på sjukvårdsregistrerade skadade i Strada*, STRADA, VTI rapport 644, Statens väg- och transportforskningsinstitut, www.vti.se/EPiBrowser/Publikationer/R644.pdf.
- Tingvall, C. (1987). Children in cars. Some aspects of the safety of children as car passengers in road traffic accidents. *Acta Paediatrica Scandinavica*, **Supplement 339**. Almqvist og Wiksell, Stockholm and Göteborg.
- Tofflemire, T. S. & Whitehead, P. C. (1997). An evaluation of the impact of daytime running lights on traffic safety in Canada. *Journal of Safety Research*, **28**, 257-272.
- Tolouei, R. & Titheridge, H. (2009). Vehicle mass as a determinant of fuel consumption and secondary safety performance. Transportation Research Part D: *Transport and Environment*, **14(6)**, 385-399.
- Toomath, J. B. (1977). Compulsory seat belt legislation in New Zealand. *Proceedings of the Sixth International Conference of the International Association for Accident and Traffic Medicine* (21-39), January 31 - February 4, Melbourne, Australia.

- Trafikketaten. *Trafikopplæring i grunnskolen – obligatorisk med Kunnskapsløftet*. <http://www.trafikketaten.oslo.kommune.no/article84552-9285.html?articleID=84552&categoryID=9285&tip=1> (last accessed 10.03.2011).
- Trafikministeriet (2004). *Modulvogn tog*. København: Trafikministeriet.
- Trafikverket (2010). *Trafiksikkerhet. Resultat från trafiksäkerhetsenkäten 2010*. Borlänge, Trafikverket.
- Transport Canada. (1986). *Background paper on motor vehicle occupant protection in Canada*. Report 8078 E. Transport Canada, Road Safety, Ottawa.
- Transport Research Commission* (1984). *Konsekvenser av höjd axeltryck för bussar*. TFK-rapport 1984:5. Transportforskningskommissionen, Stockholm.
- Transportation Research Board. (1986). *Twin Trailer Trucks*. Special Report 211. National Research Council, Washington DC.
- Transportation Research Board. (1989). *Improving School Bus Safety*. Special Report 222. National Research Council, Washington DC.
- Transportforskningskommissionen (1984). *Konsekvenser av höjd axeltryck för bussar*. TFK-rapport 1984:5. Stockholm, Transportforskningskommissionen.
- Tromp, J. P. M. & P. C. Noordzij. (1991). *Het effect van markeringen aan de achterzijde van vrachtwagens. Ongevallen met geparkeerde vrachtwagens en achteraanrijdingen tegen rijdende vrachtwagens*. SWOV Rapport R-91-25. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Tromp, J. P. M. (1989). *The influence of defective shock absorbers on traffic safety (De invloed van defecte schokdempers op de verkeersveiligheid)*. Report SWOV R-89-6.
- Troup, G. A., S. E. Torpey & H. T. Wood. (1984). Engine capacity restrictions for novice motorcyclists - the Victorian experience. *ARRB Proceedings*, Volume 12, Part 7, 1-12.
- Trygg trafikk, *Politiet og Statens vegvesen* (2011). Sikring av barn i bil. www.tryggtrafikk.no.
- Trygg Trafikk. (sin datar). *Vi reflekterer på refleks*. Emneblokk nr 304 fra Trygg Trafikk. Trygg Trafikk, Oslo.
- Tunbridge, R. J. (1989). *The long term effect of seat belt legislation on road user injury patterns*. Research Report 239. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Tunbridge, R.J., Everest, J.T., Wild, B.R. & Johnstone, R.A. (1988). *An in-depth study of road accident casualties and their injury patterns*. Research Report 136. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Turner, J. D., Nitzburg, M. & Knoblauch, R. L. (1997). *Ultra-violet headlamp technology for nighttime enhancement of fluorescent roadway delineation and pedestrian visibility*. Report FHWA-RD-97-033.
- TÜV & Rheinland. (2004). *Conspicuity of heavy goods vehicles*. Final Report by order of the European Commission. http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/publications/conspicuity_final_report.pdf (last accessed 28. March 2010).
- Tyrrell, R. A., Wood, J. M., Chaparro, A., Carberry, T. P., Chu, B.-S., & Marszalek, R. P. (2009). Seeing pedestrians at night: Visual clutter does not mask biological motion. *Accident Analysis & Prevention*, **41**(3), 506-512.
- UK Department of Transport (1985). *Compulsory Seat Belt Wearing*. Report by the Department of Transport. Her Majesty's Stationary Office, London, Great Britain.
- UK Department of Transport (1993). *Cars: Make and Model: Injury accident and Casualty Rates*. Great Britain: 1991. Transport Statistics Report. UK Department of Transport, London.
- Ulleberg, P. (2003). *Motorcykelsikkerhet - en litteraturstudie och meta-analys*. TØI rapport 681/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- United Nations Economic Commission for Europe. (2005). *Uniform provisions concerning the approval of tank vehicles of categories N and O with regard to rollover stability*. United Nations Economic Commission for Europe (Addendum 110, Regulation no.111; Amendment 1; Supplement 1 - Date of entry into force: 4 April 2005).
- Unsel, T., Breuer, J., Eckstein, L. & Frank, P. (2004). Avoidance of loss of control accidents through the benefits of ESP. *FISITA Conference* paper no. F2004V295, Barcelona.
- US Department of Transportation (2004). *Misuse of Child Restraints*. DOT HS 809 671. US Department of Transportation, Washington DC.
- US Department of Transportation. (1976). *The Secretary's Decision concerning Motor Vehicle Occupant Crash Protection*. US Department of Transportation, Washington DC.
- Vaa, T. & P. Christensen. (1992). *Økt politikontroll. Virkning på fart og subjektiv oppdagelsesrisiko*. TØI-rapport 142. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaa, T. (1993). *Personekader og risiko ved bussreiser. Reviderte beregninger*. Rapport 160. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaa, T. (1995). *Salting og trafiksikkerhet. Del 2: Sammenligning av ulykkesfrekvens på saltet og usaltet vegnett. Saltingens effekt på kjørefart*. Rapport STF63 A95004. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Vaa, T. (1997). *Piggfrie dekk i Trondheim? Erfaringer fra kjøring med ulike typer vinterdekk sesongen 1996/97*. Report STF A97612. Trondheim, SINTEF Bygg og miljø, avdeling samferdsel.
- Vaa, T., Glad, A., Sagberg, F., Bjørnskau, T. & Berge, G. (2002). *Faktorer som påvirker kjørefart*. Oslo: TØI-rapport 601/2002.
- Vaa, T., P. Christensen & A. Ragnøy. (1993). *Evaluering av aksjon for redusert fart på E6 - Akersbus*. Arbeidsdokument TST/0422/93. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaa, T., P. Christensen & A. Ragnøy. (1995). *Politiets fartskontroller: Virkning på fart og subjektiv oppdagelsesrisiko ved ulike overvåkingsnivåer*. TØI-rapport 301. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaaje, T. (1986). *Kjøreløys om dagen reduserer ulykkestallene*. Arbeidsdokument av 15.8.1986, Q-38 CRASH. Transportøkonomisk institutt, Oslo, Norway.

- Vågane, L. & Rideng, A. (2011). *Transportytelser i Norge 1946-2010*. Rapport 1165. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Valette, G.R., McGee, H., Sanders, J.H. & Enger, D.J. (1981). *The effect of truck size and weight on accident experience and traffic operations. Volume III: Accident experience of large trucks*. Report FHWA/RD-80/137. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Van Kampen, B. (2000). *Compatibility of cars in the Netherlands*. Report D-2000-8. SWOV.
- Van Kampen, L. T. B. & Schoon, C. C. (1999). *De veiligheid van vrachtauto's*. Report R-99-31. Leidschendam, SWOV.
- Várhelyi, A., Hjälm Dahl, M., Hydén, C. & Draskóczy, M. (2004). Effects of an active accelerator pedal on driver behaviour and traffic safety after long-term use in urban areas. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 729-737.
- Vaughan, R. G., K. Pettigrew & J. Lukin. (1977). *Motorcycle crashes: A two level study*. Sydney, NSW, Traffic Accident Research Unit, Department of Motor Transport, Sydney.
- Vaughan, R. G., R. Wood & P. G. Croft. (1974). Some aspects of compulsory seat belt wearing. *ARRB Proceedings*, **Volume 7, part 5**, 103-127.
- Veisten, K., Flügel, S. & Elvik, R. (2010). *Den norske verdsettelsesstudien - Verdien av statistiske liv og beregning av ulykkesens samfunnskostnader*. TØI-Rapport 1053C/2010. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Veisten, K., Sælensminde, K., Alvær, K. et al. (2007). Total costs of bicycle injuries in Norway: Correcting injury figures and indicating data needs. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 1162-1169.
- Verheijen, E. N. G., & Jabben, J. (2010). *Effect of electric cars on traffic noise and safety*. Report 680300009/2010. RVIM National Institute for Public Health and the Environment.
- Verma, M. K., Lavelle, J. P., Tan, S. A. & Lange, R. C. (2005). Injury patterns and effective countermeasures for vehicle collision compatibility, *9th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*. Washington.
- Viano, D. C. & Parenteau, C. S. (2004). *Rollover crash sensing and safety overview*. SAE Technical Paper Series 2004-01-0342.
- Vierth, I., Berell, H. & McDaniel, J. (2008). *The effects of long and heavy trucks on the transport system*. VTI-Rapport 605A. Linköping, Sweden.
- Viner, J. G., Council, F. M. & Stewart, J. R. (1994). Frequency and severity of crashes involving roadside safety hardware by vehicle type. *Transportation Research Record*, **1468**, 10-18.
- Violanti, J. M.; Marshall, J. R. (1996). Cellular phones and traffic accidents: An epidemiological approach. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 265-270.
- Vlahogianni, E. I., Yannis, G., & Golias, J. C. (2012). Overview of critical risk factors in power-two-wheeler safety. *Accident Analysis & Prevention*, **49**, 12-22.
- Vlassenroot, S., Broekx, S., DeMol, J. et al. (2007). Driving with intelligent speed adaptation: final results of the Belgian ISA-trial. *Transportation Research Part A*, **41**, 267-279.
- Vulcan, A. P., M. H. Cameron, & W. L. Watson. (1992). Mandatory Bicycle Helmet Use: Experience in Victoria, Australia. *World Journal of Surgery*, **16**, 389-397.
- Wagenaar, A. C. (1985). Mandatory Child Restraint Laws: Impact on Childhood Injuries Due to Traffic Crashes. *Journal of Safety Research*, **16**, 9-21
- Wagenaar, A. C., D. W. Webster & R. G. Maybee. (1987). Effects of Child Restraint Laws on Traffic Fatalities in Eleven States. *The Journal of Trauma*, **27**, 726-732.
- Wallén-Warner, H., Åberg, L. (2008). The long-term effects of an ISA speed-warning device on drivers speeding behaviour. *Transportation Research Part F*, **11**, 96-107.
- Waller, P. F.; Griffin, L. I. (1981). *The impact of a motorcycle lights-on law: an update*. Report HSRC A71. Chapel Hill, NC, University of North Carolina, Highway Safety Research Center.
- Wang, J. & Council, F. M. (1999). Estimating truck-rollover crashes on ramps by using a multistate database. *Transportation Research Record*, **1686**, 29-35.
- Wang, J.-S. (2008). *The effectiveness of daytime running lights for passenger vehicles*. Report DOT HS 811 019. Office of Regulatory Analysis and Evaluation, National Center for Statistics and Analysis, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.
- Wang, X. & Kockelman, K. M. (2005). Use of heteroscedastic Ordered logit model to study severity of occupant injury. *Transportation Research Record*, **1908**, 195-204.
- Ward, H., Cave, J., Morrison, A. et al. (1994). *Pedestrian Activity and Accident Risk*. Report published jointly by AA Foundation for Road Safety Research, University of London Centre for Transport Studies and Steer Davies Gleave, London.
- Ward, N., Stapleton, L. & Parkes, A. (1994). *Behavioral and cognitive impact of night-time driving with HUD contact analogue infra-red imaging*. Paper presented at the 12th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, 1209-1213. Gothenburg, Sweden.
- Washington, S., Haworth, N., & Schramm, A. (2012). Relationships between self-reported bicycling injuries and perceived risk of cyclists in Queensland, Australia. *Transportation Research Record*, **2314**, 57-65.
- Wasserman, R. C. & R. V. Bucchini. (1990). Helmet protection from head injuries among recreational bicyclists. *The American Journal of Sports Medicine*, **18**, 96-97.
- Wasserman, R.C., Waller, J.A.; Monty, M.J. et al. (1988). Bicyclists, Helmets and Head Injuries: A Rider-Based Study of Helmet Use and Effectiveness. *American Journal of Public Health*, **78**, 1220-1221.
- Watson, G. S., P. L. Zador & A. Wilks. (1980). The repeal of helmet use laws and increased motorcyclist mortality in the United States, 1975-1978. *American Journal of Public Health*, **70**, 579-585.

- Watts, G. R. (1980). *Pedal cycling braking performance - effects of brake block and rim design*. TRRL Supplementary Report 619. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Watts, G. R. (1984A). *Evaluation of conspicuity aids for pedal cyclists*. TRRL Laboratory Report 1103. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Watts, G. R. (1984B). *Evaluation of pedal cycle spacers*. TRRL Supplementary Report 820. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Watts, G. R. (1984C). *Pedal cycle lamps and reflectors - some visibility tests and surveys*. TRRL Laboratory Report 1108. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Weiss, A. A. (1992). The effects of helmet use on the severity of head injuries in motorcycle accidents. *Journal of the American Statistical Association*, **87**, 48-56.
- Wells, S., Mullin, B., Norton, R., Langley, J., Connor, J., Jackson, R., & Lay-Yee, R. (2004). Motorcycle rider conspicuity and crash related injury: Case-control study. *British Medical Journal*, **328**.
- Wenzel, T. P. & Ross, M. (2005). The effects of vehicle model and driver behavior on risk. *Accident Analysis & Prevention*, **37(3)**, 479-494.
- Whitfield, R. A.; & I. A. Jones. (1995). The Effect of Passenger Load on Unstable Vehicles in Fatal, Untripped Rollover crashes. *American Journal of Public Health*, **85**, 1268-1271.
- Williams, A. F. & P. Zador. (1977). Injuries to children in automobiles in relation to seating location and restraint use. *Accident Analysis and Prevention*, **9**, 69-76.
- Williams, C. (2005). Blinded by the lights. *New Scientist*, 187(2511), 38-39.
- Williams, M. J. & E. R. Hoffman. (1979). Motorcycle conspicuity and traffic accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **11**, 209-224.
- Wilmink, I., Janssen, W., & Jonkers, E. (2008). *Impact assessment of intelligent vehicle safety systems. eIMPACT Deliverable D4, Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe (eIMPACT)*.
- Wilson, D. (1989). *The Effectiveness of Motorcycle Helmets in Preventing Fatalities*. Report DOT HS 807 416. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Winck, R., Marek, K., & Ngoo, C. (2010). *Active anti-lock brake system for low powered vehicles using cable-type brakes*. SAE Technical Paper 2010-01-0076.
- Winkelbauer, M. (2009). *Licht am Tag. Evaluierung-Endbericht*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Winkler, C. B. & Ervin, R. D. (1999). *Rollover of heavy commercial vehicles*. Report UMTRI-99-19. Ann Arbor: University of Michigan Transportation Research Institute.
- Winkler, C. B. (2000). Rollover of heavy commercial vehicles. *UMTRI Research Review*, **31**, 1-20.
- Winston, C., Maheshri, V., & Mannering, F. (2006). An exploration of the offset hypothesis using disaggregate data: The case of airbags and antilock brakes. *Journal of Risk and Uncertainty*, **32(2)**, 83-99.
- Winston, F. K., Kallan, M. J., & Elliott, M. R. (2007). Effect of booster seat laws on appropriate restraint use by children 4 to 7 years old involved in crashes. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, **161**, 270-275.
- Wood, D. P. & Simms, C. K. (2002). Car size and injury risk: a model for injury risk in frontal collisions. *Accident Analysis & Prevention*, **34(1)**, 93-99.
- Wood, D. P. (1997). Safety and the car size effect: A fundamental explanation. *Accident Analysis & Prevention*, **29(2)**, 139-151.
- Wood, D.P., Veyrat, N., Simms, C. & Glynn, C. (2007). Limits for survivability in frontal collisions: Theory and real-life data combined. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 679-687.
- Wood, J. M., Tyrrell, R. A., & Carberry, T. P. (2005). Limitations in drivers' ability to recognize pedestrians at night. *Human Factors*, **47(3)**, 644-653.
- Wood, J. M., Tyrrell, R. A., Marszalek, R., Lacherez, P., Carberry, T., & Chu, B. S. (2012). Using reflective clothing to enhance the conspicuity of bicyclists at night. *Accident Analysis & Prevention*, **45(0)**, 726-730.
- Wood, J.M., Chaparro, A., Hickson, L. (2009a). Interaction between visual status, driver age and distracters on daytime driving performance. *Vision Research* **49 (17)**, 2225-2231.
- Wood, K. (1999). *Bicycle crashes in new zealand*. Masters Thesis, Lincoln University, New Zealand.
- Wood, T. & P. Milne. (1988). Head injuries to pedal cyclists and the promotion of helmet use in Victoria, Australia. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 177-185.
- Wu, B., Pei, F., Wu, Y., Mao, R., Ai, X., Yang, H., & Cao, Y. (2013). An electrochemically compatible and flame-retardant electrolyte additive for safe lithium ion batteries. *Journal of Power Sources*, **227**, 106-110.
- Wulf, G., P. A. Hancock & M. Rahimi. (1989). Motorcycle Conspicuity: An Evaluation and Synthesis of Influential Factors. *Journal of Safety Research*, **20**, 153-176.
- Yannis, G., Papadimitriou, E., Dupont, E., & Martensen, H. (2010). Estimation of fatality and injury risk by means of in-depth fatal accident investigation data. *Traffic Injury Prevention*, **11(5)**, 492-502.
- Yen, P. T., Radin Umar, R. S., & Azhar, A. A. (2001). Relative risk of fatal injury in "high-performance-small-motorcycle" crashes in Malaysia. *Journal of Crash Prevention and Injury Control*, **2(4)**, 307-315.
- Yerrell, J. S. (1971). *The performance of two self-levelling headlamp systems*. RRL Report LR 378. Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Yoganandan, N., Pintar, F., Stemper, B.D., Gennarelli, T.A. & Weigelt, J.A. (2007A). Biomechanics of side impact. Injury criteria, aging occupants, and airbag technology. *Journal of Biomechanics*, **40**, 227-243.

- Yoganandan, N., Pintar, F., Zhang, J. & Gennarelli, T.A. (2007B). Lateral impact injuries with side airbag deployment – A descriptive study. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 22-27.
- Yokoi, K., & Hashimoto, H. (1999). *Observation of fog lamp visibility and conspicuity in real fog*, *Progress in automotive lighting: Vol. 6* (pp. 854-866). Munich: Herbert Utz Verlag.
- Young, K. L., Regan, M. A., Triggs, T. J., Jontof-Hutter, K. & Newstead, S. (2010). Intelligent speed adaptation – effects and acceptance by young inexperienced drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **42**, 935-943.
- Yuan, W. (2000). The effectiveness of the “ride-bright” legislation for motorcycles in Singapore. *Accident Analysis and Prevention*, **32**, 559-563.
- Zador, P. L. & M. A. Ciccone. (1993). Automobile Driver Fatalities in Frontal Impacts: Airbags Compared with Manual Belts. *American Journal of Public Health*, **83**, 661-666.
- Zador, P. L. (1985). Motorcycle Headlight-Use Laws and Fatal Motorcycle Crashes in the US, 1975-83. *American Journal of Public Health*, **75**, 543-546.
- Zador, P.L., Jones, I.S. & Ginsburg, M. (1984). Fatal front-to-front collisions and the results of 35 MPH frontal barrier impacts. In: *Proceedings of the 28th Annual Conference of the American Association for Automotive Medicine*, Arlington Heights, IL.
- Zaza, S., Sleet, D. A., & Thompson, R. S. (2001). Task force on community preventive services. Reviews of evidence regarding interventions to increase use of child safety seats. *American Journal of Preventive Medicine*, **21**, 31-47.
- Zeljko J., Ehgström J. and Piamonte P. (2003). *Potential Safety Benefits of Lane Departure Warning System on Swedish Roads – Prestudy*. Vägverket publication 2003:14.
- Zhu, X., & Srinivasan, S. (2011). Modeling occupant-level injury severity: An application to large-truck crashes. *Accident Analysis & Prevention*, **43(4)**, 1427-1437.
- Zobel, R., Friedrich, H. & Becker, H. (2000). Accident research with regard to crashworthiness and crash avoidance. *Conference Vehicle Safety*, 7-9 juni 2000, London, UK.
- Zulkipli, Z. H., Abdul Rahmat, A. M., Mohd Faudzi, S. A., Paiman, N. F., Wong, S. V., & Hassan, A. (2012). Motorcycle-related spinal injury: Crash characteristics. *Accident Analysis & Prevention*, **49(0)**, 237-244.
- Zuo, L., Scully, B., Shestani, J. & Zhou, Y. (2010). Design and characterization of an electromagnetic energy harvester for vehicle suspensions. *Smart Materials and Structures*, **19(4)**.

5.1 HOMOLOGAÇÃO DE VEÍCULOS E CONTROLE DE REGISTRO

O capítulo foi escrito em 1997 (TØI)

Problema e finalidades

Os requisitos de segurança para veículos novos têm sido continuamente intensificados. Os EUA têm liderado este desenvolvimento, enquanto outros países motorizados têm se adaptado às exigências veiculares estipuladas pelas autoridades americanas, entre outras razões, para poderem vender veículos para o mercado dos Estados Unidos. Novos requisitos técnicos para os veículos são em grande parte determinados como resultado de uma cooperação internacional técnica automobilística. É colocada grande ênfase na harmonização internacional das regras nesta área, principalmente a fim de evitar barreiras no comércio e assegurar o máximo possível a concorrência no mercado internacional da indústria automobilística em diferentes países. A Noruega, que é um país relativamente pequeno, sem a sua própria indústria automobilística, está altamente adaptada às exigências consagradas pela cooperação técnica automobilística internacional.

Na Noruega os requisitos veiculares gerais estão estabelecidos nas Regulamentações Veiculares (Forlaget Last og Buss A/S, 1995). Disposições relativas a veículos novos são direcionadas principalmente para os importadores e revendedores de automóveis novos de fábrica. Para assegurar que estas disposições sejam cumpridas, introduziu-se um sistema de homologação em série de automóveis. A homologação em série significa um reconhecimento geral de uma determinada marca ou um tipo de veículo com base no controle de um exemplar do mesmo. O sistema de homologação em série aplica-se apenas a automóveis produzidos em série.

Os automóveis não abrangidos pelo sistema de homologação em série devem ser aprovados individualmente – a chamada “homologação individual”.

As homologações em série e individuais, em conjunto com o controle do registro veicular, devem:

1. assegurar que o veículo novo de fábrica satisfaça os requisitos técnicos nas regulamentações veiculares aplicáveis a veículos novos e também assegurar que ele não tenha defeitos técnicos;
2. assegurar que os veículos importados, reformados e usados, tenham o mesmo padrão técnico dos veículos novos de fábrica;
3. simplificar o processo de homologação de veículos novos.

Para garantir que o sistema de homologação em série seja respeitado, são realizados controles aleatórios dos veículos homologados. O controle do registro de veículos mais antigos deve assegurar que os veículos com defeitos técnicos não sejam comercializados.

Descrição da medida

As medidas descritas neste capítulo são: a homologação em série; os controles aleatórios e a homologação individual, sempre tratando-se de veículos novos.

Homologação em série: é a aprovação de uma determinada marca ou tipo de automóvel com base no controle de um ou mais exemplares, originais de fábrica, da respectiva marca ou tipo. O esquema de homologação em série abrange apenas veículos novos, de fábrica, que são produzidos em série. A homologação em série é obrigatória para automóveis de passeio, vans e veículos combinados com massa total inferior a 3,5 toneladas, ambulâncias, motos e ciclomotores, e é voluntária para motos, tratores, reboques, trailers de camping e carretas. Quando a homologação em série é voluntária, o fabricante do veículo simplesmente determina se este deverá ser aprovado pelo sistema de homologação em série ou individual.

Controles aleatórios: os controles aleatórios de veículos homologados devem assegurar que o sistema seja respeitado.

Homologação individual: é obrigatória para veículos novos que não são abrangidos pelo sistema de homologação em série. Isso se aplica a automóveis reformados, importados, usados e veículos mais pesados, incluindo ônibus e caminhões.

Impacto sobre os acidentes

O impacto sobre os acidentes em relação à homologação em série, aos controles aleatórios de veículos homologados e à homologação individual não é conhecido. O impacto é indireto e depende de como os requisitos estipulados afetam a segurança dos veículos. Se a intensificação dos requisitos de segurança dos veículos melhora a segurança, a introdução e o controle desses requisitos logicamente contribuem para uma maior segurança.

Nos Estados Unidos realizou-se em 1970 uma série de pesquisas sobre como a introdução de requisitos de segurança afetou a segurança viária, principalmente em relação ao número de mortes no trânsito. Estes requisitos de segurança incluem quesitos para sistema de frenagem de circuito duplo, para os apoios de cabeça, para o para-brisa laminado, para a coluna de direção flexível e quais os veículos que devem ter cintos de segurança e/ou airbags (Crandall, Gruenspecht, Keeler e Lave, 1986).

A primeira pesquisa foi realizada por Peltzman (1975), que concluiu que a segurança dos veículos havia melhorado para condutores e passageiros, mas diminuído para outros usuários da via, especialmente pedestres e ciclistas. Ele interpretou isso como resultado de adaptações comportamentais por parte dos condutores. A ideia era que os requisitos de segurança para veículos protegessem melhor os ocupantes dos respectivos veículos contra danos em caso de acidentes, mas haveria redução da segurança dos outros usuários da via como resultado de uma condução menos cuidadosa por parte dos

usuários de veículos motorizados em função do aumento da proteção.

Os resultados de Peltzman e sua interpretação sobre eles têm sido fortemente debatidos nos EUA e geraram uma série de estudos de verificação de suas teorias. As pesquisas que tentaram investigar os impactos de requisitos de segurança mais rigorosos para veículos nos EUA são:

Peltzman, 1975;
Joksch, 1976;
Robertson, 1977A;
Robertson, 1977B;
Robertson, 1981;
Crandall e Graham, 1984;
Graham, 1984;
Graham e Garber, 1984;
Orr, 1984;
Robertson, 1984;
Garbacz, 1985 e
Crandall, Gruenspecht, Keeler e Lave, 1986.

Estas pesquisas foram realizadas em diferentes momentos depois de os requisitos de segurança terem sido introduzidos. Primeiro, por volta de 1980, a frota de veículos nos Estados Unidos foi renovada a tal ponto que a maioria dos veículos atendia aos quesitos de segurança. A projeção dos impactos sobre as mortes no trânsito está resumida na tabela 5.1.1.

A pesquisa de Peltzman e as outras pesquisas mais antigas referem-se aos impactos na segurança até meados de 1972, quando nem todos os requisitos eram cumpridos e estava-se muito longe de uma situação em que toda a frota fosse beneficiada pelos requisitos implementados nessa época. A única pesquisa que estudou o impacto de todos os requisitos listados acima foi a de Crandall e t al. (1986). Este estudo concluiu que o número total de mortes no trânsito nos EUA em 1981 foi aproximadamente 30% inferior ao que teria sido sem os requisitos de

TABELA 5.1.1: IMPACTOS DE REQUISITOS DE SEGURANÇA VEICULAR MAIS RIGOROSOS SOBRE O NÚMERO DE MORTOS NOS EUA.

Requisitos de segurança veicular	Variação porcentual no número de mortos		
	Danos sobre os quais atuam	Melhor estimativas	Intervalo de confiança
Poucos requisitos – meados de 1972	Mortos em automóvel	-15	(-16, -14)
Muitos requisitos – meados de 1976	Mortos em automóvel	-25	(-26, -24)
Todos os requisitos – meados de 1980	Mortos em automóvel	-40	(-41, -39)
Todos os requisitos – meados de 1980	Mortos fora do automóvel	+7	(+6, +8)
Todos os requisitos – meados de 1980	Todos os mortos	-30	(-31, -29)

segurança mais rigorosos. Houve uma diminuição de cerca de 40% no número de mortos em automóveis e um aumento de cerca de 7% no número de mortos nos outros grupos de usuários das vias (pedestres, ciclistas e motociclistas).

Não se pode dizer, em absoluto, que estes resultados apoiem os pressupostos de Peltzman. Tem havido uma diminuição no número total de mortos, no trânsito, mas um sutil aumento no número de mortos fora dos veículos. Entretanto, este aumento pode ser igualmente devido ao aumento do tráfego, que gera alterações comportamentais nos condutores. Pode-se também encontrar uma clara “relação dose-resposta” no impacto de requisitos de segurança para automóveis. Quanto mais requisitos são introduzidos, maior é o percentual da frota que atende aos requisitos e maior a diminuição do número de mortos de ocupantes de automóveis.

Na medida em que as autoridades norueguesas estabeleceram requisitos rigorosos semelhantes para veículos novos importados para a Noruega, pode-se supor que eles têm ajudado a melhorar a segurança viária no país.

Impacto na mobilidade

O impacto de requisitos rigorosos para veículos sobre a mobilidade não foi documentado.

Impacto no meio ambiente

Em paralelo com os requisitos rigorosos de segurança para veículos, também os requisitos ambientais tornaram-se consideravelmente mais rigorosos. Isso se aplica especialmente aos requisitos de purificação de gases de escape, mas também a quesitos para os níveis de consumo de combustível e emissão de ruído. De 1970 a 1983, o total das emissões de hidrocarbonetos dos automóveis nos Estados Unidos, de acordo com Crandall et al. (1986), diminuiu em 55%. A mesma pesquisa mostrou redução de 46% nas emissões de monóxido de carbono e de 12% nas emissões de óxidos de nitrogênio no mesmo período. O número de quilômetros percorridos em veículos de passeio particulares aumentou 36% nos EUA entre 1970 e 1983. Em média, um modelo 1984 de veículo de passeio nos EUA tinha cerca de metade do consumo de combustível por quilômetro da média de um modelo 1968 (Crandall et al., 1986).

Os requisitos de segurança que foram pesquisados nos Estados Unidos nas décadas de 1970 e 1980 não têm nenhum impacto documentado nas condições ambientais. Alguns desses requisitos (requisitos para o sistema de circuito duplo de freio, coluna de direção flexível, vigas nas portas e para-brisa laminado) aumentam a massa do veículo e, assim, o consumo de combustível. O aumento da massa é, contudo, muito pequeno, inferior a 50 kg para todos os tipos de equipamentos de segurança em conjunto.

Custos

Os custos de requisitos mais rigorosos de segurança para veículos e sistema de homologação em série ou individual podem ser de dois modelos. O primeiro corresponde aos custos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para a emissão de homologações em série e individuais e controles aleatórios de veículos homologados. O segundo corresponde aos custos adicionais para a compra arcados pelo proprietário; é dessa forma que os novos requisitos de segurança veicular têm contribuído para o aumento do custo do veículo. Não há informações atualizadas sobre os custos mencionados.

Avaliações de custo-benefício

Crandall et al. (1986) estimaram a relação custo-benefício de requisitos de segurança mais rigorosos para automóveis nos Estados Unidos entre 0,56 e 2,15, atribuindo um valor de USD 300 mil por morte evitada (valores de 1981). Estipulando-se o valor de uma morte evitável em USD 1 milhão, a relação custo-benefício foi estimada entre 1,89 e 7,16.

Em resumo, a partir do que sabemos sobre as condições norueguesas, não é possível quantificar o valor de custo-benefício de requisitos de segurança mais rigorosos para os veículos e suas aplicações em termos de homologações e verificações aleatórias de veículos homologados.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para novos requisitos para veículos é frequentemente tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, tanto

por si mesma quanto como resultado da participação norueguesa na cooperação técnica automobilística internacional.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos relativos a veículos novos são direcionados principalmente aos fabricantes, importadores e distribuidores dos veículos. Quem quer que queira fabricar um automóvel para ser homologado, deverá apresentar um pedido à Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Um exemplar do veículo deve ser fabricado para a realização do controle.

O importador pode fazer alterações no veículo entregue pelo fabricante. A realização dessas mudanças deve ser solicitada, e a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega determina os parâmetros possíveis de mudanças que o importador pode fazer, sem que seja necessário fabricar o veículo para aprovação individual. Os controles aleatórios de veículos homologados são realizados pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. A solicitação de homologação individual de um automóvel deve ser dirigida à Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e, por meio de acordo, o veículo é produzido para a inspeção.

Quando um veículo é produzido para homologação em série ou individual, a inspeção é realizada de acordo com uma orientação fixa de inspeção. Se quaisquer falhas ou faltas forem descobertas, serão impostas retificações antes de ser realizado o registro ou dentro de um determinado prazo. Se necessário, o automóvel é vistoriado novamente após a verificação. Com a homologação, são impostas melhorias de eventuais falhas para todos os veículos de um mesmo tipo.

Responsabilidade pela execução da medida

O importador ou proprietário do veículo é responsável pelo cumprimento das regras em matéria de homologação em série e individual, assim como pela produção de veículos para inspeção em conformidade com as regras de homologação em série e individual. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega pode realizar controles aleatórios de veículos homologados. Os custos dos controles realizados pela agência citada em relação aos veículos homologados são de responsabilidade

do Estado. Os custos de produção de um veículo que preenche os requisitos de segurança são cobertos pelos compradores.

5.2 INSPEÇÃO VEICULAR PERIÓDICA

O capítulo foi revisado em 2012 por Rune Elvik (TØI)

Problema e finalidades

Em uso normal, muitas partes do veículo motorizado são expostas ao desgaste, que pode em certo momento evoluir para graves defeitos técnicos. As regulamentações veiculares, juntamente com o sistema de homologação em série e controle aleatório dos veículos homologados, garantem que o veículo de fábrica esteja em bom estado de funcionamento antes de ser vendido. O código de trânsito exige que o condutor garanta que o veículo esteja permanentemente em condição satisfatória. No entanto, a maioria dos condutores acaba não tendo oportunidade de detectar nada antes que se torne uma falha grave e evidente no veículo. Os veículos de hoje são, em muitos aspectos, mais difíceis para que o proprietário os supervisione e os repare do que os veículos de 30 ou 40 anos atrás.

Um estudo norueguês (Christensen e Elvik, 2007) concluiu que as deficiências técnicas de veículos leves aumentaram o risco de acidente. Automóveis com 8 defeitos técnicos (que está próximo do número mais alto encontrado) tiveram em média 27% mais risco de envolvimento em acidentes registrados pelas seguradoras que automóveis sem quaisquer falhas técnicas.

Foi, portanto, introduzido um sistema de inspeção veicular periódica (Forskrift om periodisk kontroll av kjøretøy, 2011). Neste sistema, os veículos leves devem ser inspecionados pela primeira vez quando completam quatro anos; depois eles devem ser inspecionados a cada dois anos. Os veículos pesados, ambulâncias e táxis devem ser inspecionados pela primeira vez quando completam um ano; a partir de então, eles devem ser inspecionados anualmente.

A inspeção periódica deve contribuir para evitar acidentes devido a falhas técnicas e irregularidades nos veículos e, quando se detectam problemas, eles devem ser corrigidos, ou eventualmente, se o veículo possuir falhas graves, ele deve deixar de circular.

Descrição da medida

A inspeção veicular periódica é a inspeção regular de veículos realizada em um pátio de inspeção ou oficina. Este controle pode ser realizado na Noruega por estações de tráfego da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega ou por uma oficina credenciada. Praticamente todas as inspeções são realizadas em oficinas. As inspeções são realizadas mediante preenchimento de uma ficha, que tem 84 campos de verificação destinados a:

- identidade (número de chassi e identificador);
- sistemas de freios (condição mecânica e função, além da frenagem em si);
- direção;
- visibilidade;
- luz/refletor/equipamentos elétricos;
- eixos/suspensão/molas/amortecimento/rodas/pneus;
- construção de rolamento/carroceria/reboques;
- outros equipamentos (incluindo cintos de segurança, alarmes, tacógrafo, etc.);
- ambiente (incluindo ruído, gases de escape, vazamentos).

Para cada ponto de verificação especificado, é dado um resultado utilizando-se a seguinte escala:

- 0: Verificado e encontrado em ordem;
- 1: Falha/falta que deve ser reparada, mas sem necessidade de verificar o reparo;
- 2: Falha/falta que deve ser reparada e inspecionada por um órgão de inspeção credenciado (controle posterior);
- 3: Falha/falta que implica proibição de condução e, quando o reparo for realizado, deve ser inspecionado por um órgão de inspeção credenciado (controle posterior);
- 4: Não foi possível realizar o controle aos requisitos ambientais. No controle posterior do veículo e, se possível em termos ambientais, os pontos de verificação devem ser medidos.

Em 2008 foram realizadas 1.180.632 inspeções veiculares periódicas na Noruega. Destas, 1.070.171 em veículos leves (≤ 3.500 kg), 44.407 em veículos semipesados (> 3.500 kg e ≤ 7.500 kg) e 66.054 em veículos pesados (> 7.500 kg).

As áreas mais comuns em que as falhas foram detectadas no veículo foram freios, rodas, suspensão das rodas, luz, refletor, equipamentos elétricos e carroceria/reboque de veículos pesados. O percentual

de aprovação de veículos leves, médios e pesados em diferentes áreas na Noruega entre 2002 e 2008 é apresentado na tabela 5.2.1 (classificado para cada grupo de veículo).

Impacto sobre os acidentes

Foram realizadas várias pesquisas sobre os impactos da inspeção veicular periódica sobre os acidentes. Os resultados apresentados aqui são baseados em uma avaliação das seguintes pesquisas:

Mayer e Houlst, 1963 (EUA);
 Buxbaum e Colton, 1966 (EUA);
 Fuchs e Leveson, 1967 (EUA);
 Foldvary, 1971 (EUA);
 Little, 1971 (EUA);
 Colton e Buxbaum, 1977 (EUA);
 Schroer e Peyton, 1979 (EUA);
 Crain, 1980 (EUA);
 VanMatre e Overstreet, 1981 (EUA);
 Berg, Danielsson e Junghard, 1984 (Suécia);
 Loeb e Gilad, 1984 (EUA);
 Loeb, 1985 (EUA);
 White, 1986 (Nova Zelândia);
 Loeb, 1987 (EUA);
 Robinson, 1989 (EUA);
 Fosser, 1991 (Noruega);
 Moses e Savage, 1992 (EUA) e
 Christensen e Elvik, 2007 (Noruega).

A maioria das pesquisas foi realizada nos EUA há mais de 20 anos. Todos estes estudos têm limitações metodológicas importantes (Vaaje, 1985; Fosser, 1991, 1992). A pesquisa de metodologia melhor e mais clara na área é a primeira das duas pesquisas norueguesas (Fosser, 1991). Nelas foram incluídos 204.000 veículos leves, distribuídos aleatoriamente entre três grupos. Um grupo realizou controle anual em um período de três anos; outro grupo realizou controle uma vez ao longo dos três anos, e um terceiro grupo não realizou controle no período em que a pesquisa foi realizada. Com base no estudo citado, o impacto da inspeção veicular periódica de veículos leves foi estimado em:

- impacto sobre acidentes com vítimas: -2 % (-10 %, +7 %);
- impacto sobre acidentes com danos materiais: +1 % (-1 %, +3 %).

Não houve alterações estatisticamente confiáveis no número de acidentes para veículos segurados diária-

TABELA 5.2.1. PORCENTUAIS DE APROVAÇÃO NA INSPEÇÃO VEICULAR PERIÓDICA NA NORUEGA NO PERÍODO 2002-2008 (FONTE: Statens vegvesen, 2009).

	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
Veículo leve (≤ 3.500 kg)							
Freios	70,1	70,0	70,3	71,3	72,6	73,2	73,5
Rodas/suspensão	75,3	75,2	75,0	75,8	76,4	76,9	78,1
Luz/refletor/equipamentos elétricos	84,0	83,9	84,1	84,9	85,5	85,6	86
Direção	91,1	91,0	90,8	90,7	90,7	90,6	91,1
Ambiente	92,6	92,1	91,6	91,6	91,5	91,0	90,6
Carroceria/reboque/...	93,2	92,7	92,0	91,7	91,1	90,4	89,2
Visibilidade	96,6	96,6	96,6	96,6	96,8	96,7	96,7
Outros equipamentos	98,4	98,4	98,3	98,3	98,3	98,2	98,1
Veículos médios (> 3.500 kg e ≤ 7.500 kg)							
Freios	68,7	69,1	70,2	71,9	73,2	73,4	74,3
Rodas/suspensão	77,4	77,8	77,8	78,6	78,2	79,4	80,5
Luz/refletor/equipamentos elétricos	78,9	78,2	78,4	80,2	80,3	81,2	82,3
Carroceria/reboque/...	88,4	87,9	88,3	88,6	88,6	88,5	88,4
Direção	88,9	88,5	88,5	88,5	88,0	88,6	89,2
Outros equipamentos	91,8	94,6	93,9	92,9	89,6	90,3	90,7
Ambiente	94,7	94,6	94,4	94,7	94,6	94,6	94,2
Visibilidade	96,2	96,1	96,1	96,3	96,3	96,2	96,2
Veículo pesado (> 7.500 kg)							
Freios	54,8	52,7	52,7	54,2	55,0	55,9	57,5
Carroceria/reboque/...	69,8	69,7	70,3	72,6	73,7	74,0	74,8
Rodas/suspensão	70,6	69,0	68,5	69,3	69,5	70,0	69,7
Luz/refletor/equipamentos elétricos	74,6	72,9	73,5	75,7	77,0	77,6	78
Outros equipamentos	89,9	87,7	86,6	86,3	81,5	82,6	83,5
Direção	92,1	91,5	91,6	91,6	91,7	91,6	91,5
Ambiente	92,4	91,9	92,4	93,3	93,6	93,5	93,6
Visibilidade	93,9	93,9	94,3	94,5	94,9	95,3	95

mente (ou por quilômetro percorrido). O resultado aplica-se a veículos leves com até cerca de 12 anos de uso.

Em um estudo norueguês recente (Christensen e Elvik, 2007), os efeitos da inspeção veicular periódica foram examinados usando-se um modelo de regressão binomial negativo. Este estudo não pode ser considerado tão bom metodologicamente quanto o primeiro estudo norueguês. Os resultados foram, no entanto, bastante semelhantes. Para os veículos que foram inspecionados uma vez em cinco anos, houve um aumento nos acidentes notificados às seguradoras (principalmente acidentes com danos materiais) de 2,6% (-0,7%, + 6,0). Este aumento não foi estatisticamente significativo. Para os veículos que foram inspecionados duas vezes em cinco anos, o aumento de acidentes foi de 8,4% (+3,9%, + 13,2%). Para os veículos que foram inspecionados três vezes em cinco anos, o aumento de acidentes foi de 4,0% (-23,6%, +41,5%).

Os resultados dos dois estudos noruegueses não sugerem que a inspeção veicular periódica ajude a reduzir o número de acidentes com o envolvimento de veículos leves.

Encontrou-se somente um estudo que pode dizer algo sobre os efeitos da inspeção veicular periódica de veículos pesados sobre o número de acidentes (Moses e Savage, 1992). A pesquisa é referente ao controle geral das empresas que possuem frota de caminhões, em que, além do estado técnico do veículo, também são incluídas verificações de cumprimento de normas de condução e descanso e condições da licença para o funcionamento da empresa. A pesquisa distingue três grupos de empresas:

- Satisfatórias: empresas que cumprem as regras satisfatoriamente;
- Aprovadas com restrições: empresas que são elegíveis, desde que certas deficiências sejam corrigidas;

- Não aprovadas: empresas envolvidas na violação de regras.

Foi calculado o risco de acidente para cada grupo de empresas, e a tabela 5.2.2 mostra os resultados.

As empresas que obtiveram a aprovação com restrições tiveram o menor risco de acidente. Uma série de comparações pode ser feita entre os três grupos. Os resultados com relação ao impacto de medidas para corrigir os erros, ou seja, alcançar o mesmo padrão entre empresas não aprovadas e satisfatórias, varia de acordo com as comparações realizadas (ver tabela 5.2.3).

As diversas comparações mostram que os possíveis impactos das inspeções dependem de quão preciso é o serviço das autoridades na seleção dos veículos para inspeção. Se a maioria dos veículos selecionados para serem inspecionados tem falhas e com a inspeção eles atingem uma condição técnica satisfatória, pode-se obter uma diminuição relativamente grande no número de acidentes com vítimas. Espera-se que uma seleção menos rigorosa de veículos gere menos impacto sobre os acidentes.

Para as inspeções periódicas, uma média ponderada das duas comparações em que dois grupos são comparados em relação a um terceiro (as duas últimas linhas da tabela 5.2.3) pode dar uma indicação sobre os possíveis impactos nos acidentes. No caso de acidentes com vítimas, há uma diminuição em torno de 8% no índice de acidentes (-13%, -3%) para veículos com defeitos técnicos. Para o índice total de acidentes, os resultados das diferentes com-

parações divergem, de modo que é razoável que se calcule a média ponderada.

O tempo de duração do impacto da inspeção é incerto. Com base nos conhecimentos sobre a relação entre a idade e o número de falhas técnicas ou irregularidades dos veículos leves, dificilmente pode-se esperar que o impacto das inspeções periódicas dos veículos pesados sobre os acidentes dure mais de um ano.

Impacto na mobilidade

Não foram encontrados estudos que mostrem como a inspeção veicular periódica atua sobre a mobilidade. Se a medida reduz a probabilidade de paradas emergenciais no trânsito devido a falhas técnicas, isso pode ajudar a melhorar a mobilidade.

É concebível que o comportamento do condutor seja afetado pelo conhecimento do estado técnico do veículo. Uma pesquisa americana constatou que os condutores de automóveis mais antigos mantêm uma distância maior para com o veículo da frente que os condutores de automóveis novos (Evans e Wasielewski, 1983). Os automóveis mais antigos têm falhas técnicas mais frequentemente que os automóveis novos. Uma pesquisa norueguesa (Ingebrigtsen e Fosser, 1991) mostra que os condutores adaptam o comportamento de condução no inverno de acordo com o quão bons eles pensam que seus pneus estão. Esta adaptação é fator importante para os acidentes.

TABELA 5.2.2: RISCO DE ACIDENTE EM DIFERENTES GRUPOS DE EMPRESAS COM FROTAS DE CAMINHÕES NOS EUA. FONTE: Moses e Savage, 1992.

Acidentes por milhão de veículos-milha	Grupos de empresas		
	Satisfatórias	Aprovadas com restrições	Não aprovadas
Acidentes com vítimas	0,319	0,294	0,422
Todos os acidentes	5,284	3,128	5,632

TABELA 5.2.3: IMPACTOS TEORICAMENTE ALCANÇÁVEIS DA INSPEÇÃO VEICULAR PERIÓDICA DE VEÍCULOS PESADOS SOBRE OS ACIDENTES, CALCULADOS COM BASE NOS ÍNDICES DE RISCO DA TABELA 5.2.2.

Grupos comparados	Impacto implícito da inspeção (%)	
	Acidentes com vítimas	Todos os acidentes
Aprovadas com restrições vs não aprovadas	-30%	-44%
Satisfatórias vs não aprovadas	-24%	-6%
Satisfatórias vs aprovadas com restrições	+9%	+69%
Satisfatórias e com restrições em conjunto vs não aprovadas	-26%	-16%
Satisfatórias vs com restrições e não aprovadas em conjunto	-2%	+40%

Não há nenhuma base para quantificar os impactos da adaptação comportamental dos condutores devido ao estado técnico do veículo na mobilidade em geral.

Impacto no meio ambiente

As características ambientais que são controladas pela inspeção veicular periódica são: ruído, emissões de escape, o ruído de rádio e vazamentos de vários tipos (poluição). De acordo com o panorama da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, a quota de aprovação no período de 2002 a 2008 dos veículos homologados submetidos à inspeção veicular periódica (os mesmos da tabela 5.2.1) no que diz respeito ao meio ambiente foi entre:

- 90,6 – 92,6 % para veículos leves;
- 94,2 – 94,7 % para veículos semipesados;
- 91,9 – 93,6 % para veículos pesados.

O panorama do percentual de veículos aprovados mostra somente o percentual ambiental total. Não é mostrado o percentual desagregado de veículos aprovados para cada uma ou apenas uma das quatro características ambientais.

No uso normal, muitas partes do veículo são expostas a desgastes que podem eventualmente agravar as características ambientais. Em veículos produzidos antes da década de 1990, muitas funções eram controladas e reguladas mecanicamente. Os veículos modernos têm controle eletrônico do motor e controle avançado do sistema de escapamento.

Testes e resultados referentes ao escapamento dependem do tipo de controle de escapamento realizado e com qual sistema de limpeza de escapamento o veículo está equipado (Torp, 1996). Pode-se distinguir entre:

1. Inspeção de motor ocioso, em que se mede a quantidade de gases CO e HC emitidos pelo escapamento dos veículos com motor ocioso;
2. Medição da transparência dos gases de combustão com a aceleração livre do motor, que é a medida da fumaça e das partículas emitidas;
3. Medição das emissões do escapamento durante a execução de um ciclo de condução específico.

A medição das emissões representativa do que acontece em tráfego real só é possível em um laboratório de escapamento, onde os veículos são conduzidos

com diferentes cargas e sob um ciclo de condução específico numa “esteira de rodagem” (Hagman, 2002, 2011). A inspeção de emissões que a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega prescreve, que deve ser realizada em conjunto com a inspeção veicular periódica, inclui: inspeção de motor ocioso, de fumaça e de partículas de emissão para motores em aceleração livre.

Todos os veículos modernos a gasolina que têm catalisador de três vias emitem significativamente menores quantidades de componentes prejudiciais à saúde (CO, HC e NO_x) que os automóveis sem catalisador. Com defeito no catalisador ou no motor, as emissões destes componentes aumentam significativamente.

O sistema de ignição, o carburador e outras funções reguladoras em veículos mais antigos com motor a gasolina fabricados antes de 1989 podem estar gastos e desajustados, o que aumenta o consumo de combustível e as emissões de vários componentes nocivos. A inspeção veicular periódica pode detectar desajustes e desgastes, influenciando no impacto ambiental dos veículos mais antigos.

Em veículos a gasolina modernos, com controle preciso da relação de mistura de ar e gasolina, bem como catalisador de três vias, a medição dos gases do escapamento na inspeção veicular periódica garantirá que não haja problemas graves com o controle do motor ou com o catalisador de três vias. Uma falha grave com o motor ou catalisador de três vias fará com que as emissões de gases nocivos aumentem consideravelmente no tráfego real.

Em veículos com motor a diesel, o controle do motor determina quanto das emissões do escapamento é de óxido de nitrogênio (NO_x), de partículas (PM) e de CO₂ no tráfego real. Altas emissões de NO_x normalmente levam a baixas emissões de PM e CO₂. Na inspeção veicular periódica, a fumaça e as partículas de emissão dos veículos a diesel são inspecionadas por meio da medição da média de visibilidade das emissões dos gases do escapamento (na aceleração livre do motor), quando o veículo está parado. Se a transparência não for suficiente para cumprir a exigência estipulada, muitas vezes é suficiente conduzir o veículo em alta velocidade e com alta aceleração para ser aprovado por um novo controle de fumaça e partículas de emissão de veículos a diesel. A medição de emissões de veículos a diesel modernos é considerada como tendo um impacto insignificante no meio ambiente.

O escapamento pode apresentar vazamentos devido a um longo tempo de uso sem inspeção. Além de aumentarem as emissões, os vazamentos no sistema de escapamento também aumentam os níveis de ruído dos veículos.

Um estudo da literatura no tema realizado para a Comissão Europeia (Rompe e Seul, 1985) concluiu que, corrigindo-se a ignição e o sistema de injeção de combustível desajustados como resultado da inspeção veicular periódica, podem-se reduzir todos os tipos de emissões. No sistema de controle do escapamento dos veículos modernos, a substituição de catalisadores e dos sistemas de controle defeituosos também reduz todos os tipos de emissões de gases nocivos, apesar de os resultados do estudo de 1985 serem obsoletos, já que nenhum automóvel fabricado depois de 1988 possui carburador.

Custos

Estão fixadas nas regulamentações sobre inspeção veicular periódica as taxas que devem ser pagas pelas inspeções. Para veículos leves, a taxa por uma inspeção é NOK 435. Para veículos com peso total entre 3,5 e 7,5 toneladas, a taxa por uma inspeção é NOK 735. Para veículos com peso total acima de 7,5 toneladas, a taxa para uma inspeção é NOK 1.095. Com base nestes valores, o total de custos para a inspeção veicular na Noruega em 2008 foi calculado em aproximadamente NOK 570 milhões.

Avaliações de custo-benefício

Realizou-se uma série de análises de custo-benefício das inspeções veiculares periódicas. Todas elas estimaram que a medida reduz o número de acidentes, o que deve ser considerado pouco provável para os veículos leves. Para os veículos pesados, é concebível que a inspeção veicular periódica reduza o número de acidentes, mas o percentual de impacto é muito incerto.

O impacto da inspeção veicular periódica sobre as emissões é incerto. Com base nos valores de emissão fornecidos por Hagman e Akhtar (2011) juntamente com o último estudo de avaliação norueguês (Samstad et al., 2010), os custos socioeconômicos das emissões de veículos leves podem ser estimados em cerca de NOK 0,10 por quilômetro percorrido para a veículos a gasolina e cerca de NOK 0,19 por quilômetro para veículos a diesel.

Para veículos pesados, espera-se que estes custos sejam mais altos.

Considerando o percentual de trabalho de tráfego realizado por veículos leves movidos a diesel e gasolina, a média das emissões por quilômetro percorrido pode ser estimada em NOK 0,15. O total de custos das emissões para veículos leves em 2009 foi estimado em cerca de NOK 5.700 milhões. Se a inspeção veicular periódica ajudar a reduzir as emissões em 8-10% ou mais, seu benefício poderá exceder seus custos anuais. Os impactos reais das inspeções veiculares periódicas sobre as emissões são desconhecidos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Cabe ao proprietário do veículo garantir que ele seja verificado dentro dos prazos de realização das inspeções veiculares periódicas.

Requisitos e procedimentos formais

Os veículos com peso total de até 3.500 kg devem passar pela primeira inspeção veicular periódica quando seu registro completar quatro anos e, em seguida, a cada dois anos. Os veículos pesados, micro-ônibus, táxis e ambulâncias devem passar pela primeira inspeção após os primeiros 12 meses de registro e, em seguida, uma vez por ano (jf. forskrift om periodisk kontroll av kjøretøy).

A inspeção veicular periódica é realizada pelas autoridades responsáveis mediante o registro de quaisquer falhas e faltas eventuais usando-se uma ficha de verificação padronizada (*checklist*). As inspeções são realizadas com base em orientações que especificam o que deve ser verificado, o método a ser utilizado e sob quais condições. As autoridades responsáveis pela aplicação devem encaminhar diariamente os resultados das inspeções realizadas em formato eletrônico à Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável por garantir que o país tenha um esquema de inspeção veicular periódica.

dica que cumpra os requisitos das diretivas da CEE e dentro dos moldes do Acordo EEE. O proprietário do veículo é responsável por garantir que ele esteja preparado para inspeção e aprovação até o final do seu mês de controle.

5.3 INSPEÇÃO DE VEÍCULOS NA VIA

O capítulo foi revisado em 2012 por Rune Elvik (TØI)

Problema e finalidades

Com o uso normal, uma série de partes do veículo está sujeita ao desgaste. A falta de inspeção e de manutenção regulares dos veículos pode causar imperfeições e defeitos prejudiciais ao tráfego. De maneira geral, os veículos antigos estão em condições técnicas inferiores aos veículos novos. Uma pesquisa realizada em 1990 sobre a condição técnica dos veículos de passeio no tráfego (Fosser e Ragnøy, 1991) apontou que foram encontrados nos veículos com até 4 anos de uso em média 0,89 problema e defeito técnico por veículo. Nos veículos que tinham 13 anos ou mais de uso, foram encontrados em média 5,57 problemas e defeitos técnicos por carro. Com relação aos veículos pesados, a relação entre idade, condição técnica e risco de acidentes é menos conhecida. É sabido, entretanto, que muitos veículos pesados têm problemas e defeitos técnicos (Ragnøy e Sagberg, 1999).

Uma pesquisa norte-americana (Jones e Stein, 1989) apontou que caminhões com carretas com problemas e defeitos técnicos tinham 1,7 vez mais chances de risco de acidentes do que carretas sem esses problemas e defeitos.

A inspeção de veículos na via tem como objetivo identificar veículos com problemas e defeitos técnicos enquanto se deslocam no tráfego, e reduzir o número de acidentes ao fazer com que esses problemas e defeitos sejam reparados ou com que os veículos sejam retirados de circulação.

Descrição da medida

A inspeção de veículos na via engloba uma inspeção que é realizada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e pela polícia, tanto de maneira conjunta quanto separadamente.

Nos últimos anos, o número de inspeções de veículos nas vias diminuiu, ao passo que o número de inspeções periódicas (obrigatórias) aumentou. Em 2010, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesen, årsrapport, 2010) realizou:

- 167.401 inspeções a respeito da direção e do tempo de descanso ao longo da via;
- 10.990 inspeções de pneus e correntes nos períodos de inverno;
- 29.988 inspeções de peso do veículo;
- 21.346 inspeções em veículos comerciais;
- 801 inspeções em veículos pesados.

A polícia detecta problemas e defeitos técnicos nos veículos por meio de suas inspeções. As inspeções técnicas e sistemáticas de veículos (isto é, inspeções executadas exclusivamente para investigar as condições técnicas do veículo) são, entretanto, pouco prioritárias.

Um benefício em executar a inspeção técnica no tráfego na via é que se podem fiscalizar os veículos no momento em que estão sendo utilizados e, na prática, identificar os veículos com problemas. Uma limitação é que não se pode executar a inspeção que exige equipamentos técnicos avançados. Entretanto, é possível descobrir problemas graves e defeitos em pneus, freios, sistema de iluminação e segurança da carga.

Impacto sobre os acidentes

Há pesquisas quanto aos efeitos da inspeção de veículos na via em relação aos acidentes. As seguintes pesquisas foram encontradas:

- Crain, 1980 (EUA);
- VanMatre e Overstreet, 1981 (EUA);
- Fridstrøm e Bjørnskau, 1989 (Noruega), compare Fridstrøm e Ingebrigtsen, 1991;
- Jones e Stein, 1989 (EUA);
- Moses e Savage, 1992 (EUA);
- Gou, Clément, Birikundavyi, Bellavigna-Ladoux e Abraham, 1999 (Canadá);
- Thakuriah, Yanos, Lee e Sreenivasan, 2001 (EUA) e Elvik, 2002 (Noruega).

Estas pesquisas relacionam-se entre si de maneira bem diferente e, por isso, são difíceis de ser resumidas. Duas pesquisas (Crain, 1980; VanMatre e Overstreet, 1981) comparam o nível de risco no

tráfego entre os estados dos EUA que executam e os que não executam a inspeção de veículos na via. Essas pesquisas apontam que os estados que fizeram a inspeção de veículos na via têm em torno de 15% menos riscos de acidentes fatais ($\pm 1\%$) do que os estados que não a realizaram. Com relação a acidentes com feridos, nos estados que realizaram a inspeção de veículos na via o risco é 14% menor ($\pm 0,2\%$) do que nos estados que não a realizaram a inspeção. As pesquisas nada constatarem em relação aos impactos da inspeção de veículos na via em diferentes grupos de veículos. Elas também nada constatarem quanto à quantidade ou à qualidade das inspeções de veículos na via nos estados que a realizam. Também é incerto se as pesquisas consideraram outras condições que podem diferenciar o risco no tráfego entre os estados em que se realizou a inspeção de veículos na via ou não. Todas as pesquisas, contudo, foram controladas por outros fatores (cerca de 8 a 10) que podem esclarecer as diferenças no nível de risco entre os estados.

Duas pesquisas (Jones e Stein, 1989; Moses e Savage, 1992) dizem respeito ao risco de acidentes em veículos pesados com e sem os problemas e defeitos técnicos. Estas pesquisas podem apenas dizer algo sobre o efeito teórico ou, no máximo, provável, com relação ao risco de acidentes ao reparar os problemas e os defeitos técnicos em veículos pesados. Uma das pesquisas (Jones e Stein, 1989) aponta, teoricamente, uma queda de risco esperada de 37% (-50%; -20%) ao reparar os problemas e defeitos técnicos em veículos pesados. Isso engloba tanto acidentes com vítimas quanto com danos materiais. A outra pesquisa (Moses e Savage, 1992) aponta, teoricamente, uma queda de risco atingível de 26% (-35%; -16%) em acidentes com vítimas e 16% (-18%; -13%) em acidentes com danos materiais ao reparar os problemas e defeitos técnicos em veículos pesados. Esses resultados não dizem nada sobre quantas inspeções são necessárias para alcançar esse efeito. Na prática, nem sempre se prevê um número elevado de inspeções, pois as pessoas estão seguras de que todos os veículos pesados sempre estão em boas condições de manutenção. Na prática, o impacto em acidentes que se pode obter é, por conta disso, menor do que o impacto calculado teoricamente.

Uma pesquisa canadense (Gou et al., 1999) estimou que os problemas e defeitos técnicos em veículos pesados contribuíram para cerca de 15% dos acidentes. Em paridade com os estudos do aumento no risco de acidentes relacionado com problemas e

defeitos técnicos, isso deve ser compreendido como uma estimativa do maior efeito concebível das inspeções técnicas de veículos pesados na via.

Uma pesquisa americana (Thakuriah et al., 2011) descobriu uma pequena tendência daqueles automóveis em que durante uma inspeção no ano anterior foram apontados problemas e defeitos técnicos de se envolverem em mais acidentes em comparação com aqueles que não tinham nenhum problema ou defeito técnico.

Uma pesquisa norueguesa (Fridstrøm e Bjørnshau, 1989; Fridstrøm e Ingebrigtsen, 1991) estudou os fatores que descrevem as variações no número de acidentes por região/mês na Noruega no período de 1974 a 1986. A pesquisa avaliou que as inspeções de veículos na via medidas pela frequência média de inspeção por região/mês no período de 1974 a 1986 podem reduzir o número de acidentes com vítimas em torno de 0,4% (-2,3%; +1,4%). O impacto não foi significativo estatisticamente. Uma análise mais metódica apontou que as inspeções de veículos na via, da maneira como foram realizadas, no período entre 1974 e 1986 tinham estatisticamente uma relação com o número de acidentes que em média correspondia a 5% da queda no número de condutores acidentados por região e mês, porém correspondia a 5% de aumento no número de pedestres e ciclistas acidentados por região e mês. Para todos os acidentes, ocorreu uma queda de 1,5% por região e mês. Este resultado não era significativo estatisticamente no nível de 5%.

Em uma outra pesquisa norueguesa (Elvik, 2002), foi realizada a tentativa de calcular os impactos das inspeções de veículos pesados na via em relação ao número de acidentes. A pesquisa estudou a relação entre a frequência de inspeção e o número de acidentes por veículo pesado no período de 1985 a 1997. Ela foi controlada pelas modificações na porcentagem de novos condutores de veículos pesados e pelas modificações nas conjunturas econômicas no mesmo período. A pesquisa chegou à conclusão de que, ao dobrar a frequência das inspeções de veículos pesados na via (inspeções por veículo/ano), foi gerada uma queda de 6,7% (-18,4%; +5,1%) no número de acidentes em que os veículos pesados estariam envolvidos. Esta queda não é significativa estatisticamente no nível de 5%.

De maneira geral, estas pesquisas fornecem uma base muito incerta para quantificar o efeito da inspeção de veículos na via no número de acidentes.

Todos os resultados apontam que a existência da inspeção de veículos ou o aumento da frequência da inspeção contribuem para a redução no número de acidentes. Além disso, parece servir de base para dizer que o impacto nos acidentes é maior com relação aos veículos pesados do que aos veículos leves.

Foi escolhido dar mais importância para os resultados noruegueses. Pressupõe-se que os resultados das pesquisas de Fridstrøm e Bjørnskaus (1989), que tratam do número de pessoas acidentadas como variável dependente, representem os impactos das inspeções de carros leves na via, uma vez que a maioria das pessoas acidentadas ou está em carros leves ou foi ferida por carros leves. Os impactos estimados com um aumento de 50% na frequência de inspeção quanto ao número de acidentes com vítimas é -0,7% (-1,7%; +0,3%) para carros leves e -3,4% (-9,2%; +2,5%) para veículos pesados. Estes impactos são válidos para todos os acidentes com veículos leves e pesados, não apenas acidentes em que os carros inspecionados estão envolvidos. Não foi registrada na estatística dos acidentes quando um veículo foi inspecionado pela última vez. Por conta disso, não é possível realizar uma separação dos veículos inspecionados pela última vez na estatística de acidentes. Acredita-se que os impactos das inspeções na condição técnica podem durar no máximo um ano.

Impacto na mobilidade

Não foram encontradas pesquisas que informam a respeito de como a inspeção de veículos na via influencia a mobilidade. As inspeções geralmente são realizadas em posto de inspeção de veículos, na via e em locais de estacionamento ou de descanso, para não haver interferência no tráfego. O tráfego ao lado de um posto de inspeção pode, por conta disso, realizar-se quase normalmente.

Com relação aos condutores, o tempo efetivo de inspeção é normalmente mais curto na inspeção de veículos na via do que em inspeção periódica. Estima-se que o tempo necessário para a inspeção seja de cerca de 15 minutos por veículo leve e cerca de 30 minutos por veículo pesado.

As inspeções técnicas de veículos podem levar à diminuição dos danos causados por veículos com problemas. Os veículos danificados podem atrapalhar o tráfego, especialmente em túneis, dificultando a

ultrapassagem dos veículos que estão estacionados na via.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas que mostram como a inspeção de veículos na via influencia as condições do meio ambiente. Na inspeção de veículos na via é possível executar a chamada “inspeção de verificação de emissões” com veículo em ponto morto. Além do mais, pode-se, por meio da inspeção visual, determinar até certo grau se a emissão de gases está desproporcional. Vazamentos no sistema de emissões, pelo menos em casos graves, são julgados pelo ruído.

Uma vez que a emissão de gases e possíveis vazamentos em seu sistema são inspecionados na inspeção de veículos na via, fazendo com que os problemas e defeitos sejam consertados, poderá ocorrer a redução dos problemas ao meio ambiente relacionados à emissão de gases. Impactos reais da inspeção de veículos na via na emissão de gases poluentes não foram documentados.

Custos

A respeito da atividade com materiais de base do Plano Nacional de Transportes, são calculados os benefícios e custos com o aumento das inspeções de veículos pesados na via. Pode-se estimar que a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega utiliza a cada ano por volta de NOK 80 milhões na inspeção de veículos pesados na via, incluindo a inspeção da direção e tempo de descanso.

Avaliações de custo-benefício

Foi realizada uma análise do custo-benefício em diferentes níveis com relação ao aumento das inspeções de veículos pesados nas vias. A análise aponta que o benefício de aumentar as inspeções excede os custos, quando se aumentam as inspeções até cerca de seis vezes em relação ao volume de inspeções diárias. Com seis vezes mais inspeções, o número de mortos pode ser reduzido em quase 9 pessoas por ano e o número de acidentes com pessoas gravemente feridas, em 16 pessoas por ano. O aumento das inspeções para além de seis vezes não é vantajoso socioeconomicamente.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A inspeção de veículos ao longo das vias é realizada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e pela polícia.

Requisitos e procedimentos formais

A cada ano, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega prepara as medidas para o número de inspeções que serão realizadas com base nas diretrizes, nas pesquisas das condições ou na legislação. Prepara-se uma orientação sobre as inspeções, descrevendo-se o que deverá ser inspecionado, como as inspeções serão executadas e como serão julgados e sancionados os erros e defeitos. A orientação de inspeção está acessível em www.vegvesen.no. Os pontos comuns a serem inspecionados em veículos leves são: freios, cintos de segurança, lanternas, pneus, suspensão das rodas e danos visíveis causados por ferrugem.

Se forem detectados defeitos ou problemas no veículo, poderão ser tomadas as seguintes medidas: (1) ordem verbal quanto à melhoria (em casos com pequenos defeitos); (2) ordem escrita quanto à melhoria (dada com uma lista de defeitos detectados); (3) aviso de multa simplificado (pela polícia para determinados problemas e defeitos) e (4) proibição da circulação (remoção da placa-licença do veículo).

Responsabilidade pela execução da medida

A inspeção técnica de veículos na via é realizada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e pela polícia. O proprietário do veículo deve, dentro de certo prazo, comprovar que os problemas e defeitos detectados por escrito foram reparados. Se os problemas e defeitos apontados não forem consertados, poderá ocorrer proibição de circulação.

5.4 AUTORIZAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DAS OFICINAS E ÓRGÃOS DE INSPEÇÃO

O capítulo foi escrito em 1997 (TØI) e parcialmente revisado em 2011 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

Para que o veículo esteja de acordo com as exigências de segurança, ele deve passar por revisões. Essas revisões sempre levam ao conserto do veículo, visto que componentes e equipamentos estão submetidos ao desgaste. O veículo também deve ser reparado após acidentes e outros danos.

Os consertos de veículos podem ser realizados de maneira particular pelo proprietário, dentro de certos limites, mas quase sempre são executados por oficinas. A importância das oficinas de veículos é manter os veículos em boas condições de funcionamento e de segurança. Contudo, há registros de que nem sempre as oficinas executam trabalhos satisfatórios. Para garantir que o trabalho da oficina mantenha certo padrão, foi criada uma lei própria para a autorização das oficinas de veículos. A ideia por trás da lei é de que, ao impor certas exigências para as oficinas, será assegurada uma alta qualidade em seu trabalho, o que também contribuirá para uma diminuição nos riscos de acidente.

A autorização e fiscalização das oficinas de veículos e dos órgãos de inspeção assegurará alta qualidade nos consertos e protegerá os clientes de trabalhos executados de forma inapropriada.

Descrição da medida

A principal regra com relação às normas da autorização das oficinas de veículos é que ela deve ser autorizada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. A autorização é fornecida nas seguintes classes:

- a - d) oficina para todos os veículos/leves/meio pesados/pesados;
- e) oficina para motocicletas e ciclomotores;
- f) oficina para danos na carroceria e chassi do veículo;
- g) oficina de elétrica e de combustível;
- h) oficina de freios;
- i) oficina de combustível para veículos com óleo diesel;
- j) oficina de equipamentos para as rodas;
- k) oficina para partes anexas do veículo;
- l) oficina de tratores e similares.

Uma oficina pode ser autorizada para várias classes de veículos. Para ser autorizada, a oficina deve seguir uma exigência detalhada com relação ao lo-

cal, equipamentos e máquinas, pátio para veículos e controle de dados dos reparos. As oficinas também podem ser autorizadas para determinados tipos de trabalho em veículos, como, por exemplo, equipamentos de luz, rodas e instalação de escapamentos.

Uma parcela dos trabalhos de manutenção e de reparos em veículos é isenta da autorização obrigatória. Isso é válido principalmente para consertos e trocas que não englobam estruturas fundamentais e partes vitais do veículo, como, por exemplo, a troca de toda a roda, mas não a troca do pneu.

Impacto sobre os acidentes

O impacto em relação aos acidentes como resultado da autorização e inspeção das oficinas e órgãos de inspeção não foram documentados. A relação é indireta e difícil de ser investigada. A figura abaixo mostra a conexão refletida entre as normas das oficinas de inspeção veicular e acidentes:

Exigência para as oficinas → padrão das oficinas → padrão de conserto → estado técnico → acidentes

Ao impor exigências para as oficinas, deseja-se alcançar uma melhoria em seu padrão. A segunda previsão é que isso leve a uma melhora no padrão nos consertos realizados pelas oficinas, de maneira que os veículos tenham poucos defeitos técnicos. Pressupõe-se que um número menor de defeitos técnicos em veículos reduza o número de acidentes.

Não há nenhuma pesquisa em que tenham sido analisados todos os elementos nesta cadeia de causas. Uma pesquisa de como são exercidas as normas das oficinas de veículos (Elvik, 1983) apontou que as oficinas fiscalizadas frequentemente para inspeção de veículos (Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, estações de tráfego) cumprem com mais frequência as exigências das normas em comparação com as oficinas que raramente são fiscalizadas. Dentre 72 oficinas, que em média foram fiscalizadas de dois em dois anos aproximadamente, 68% cumpriam as exigências das normas para oficinas. Dentre 88 oficinas, que em média foram fiscalizadas a cada 8 anos aproximadamente, 42% cumpriam as exigências das normas para oficinas.

Nesta pesquisa, a qualidade na retificação de defeitos técnicos foi apontada no controle de 682 veículos. Destes, 247 foram reparados de maneira particular e 435, nas oficinas credenciadas. A taxa de

defeitos técnicos que foram reparados de maneira satisfatória foi de 86,5% nas oficinas credenciadas e de 84,8% de maneira particular. Com relação às oficinas que cumpriram as exigências das normas, a taxa de consertos satisfatórios foi de 90,3%. Com relação às oficinas que não cumpriram as exigências das normas, a taxa de consertos satisfatórios foi de 81,7% (Elvik, 1983). Estas diferenças são pequenas, mas indicam que as oficinas que cumprem as exigências das normas executam um trabalho mais satisfatório do que aquelas que não cumprem.

Deve-se, contudo, saber que muitos desses defeitos técnicos pesquisados são aqueles que os próprios proprietários dos veículos podem consertar. Trata-se, por exemplo, de má calibragem do pneu, troca de pneus gastos, reposição de lanternas queimadas ou do limpador de para-brisa. Com relação a atividades mais complicadas, as qualificações profissionais e o acesso a ferramentas e equipamentos corretos influenciam mais na qualidade. A pesquisa também não constata nada a respeito de como seria a qualidade nas atividades das oficinas sem as exigências das normas.

Impacto na mobilidade

A lei a respeito das oficinas de inspeção veicular não documentou nenhum impacto na mobilidade.

Impacto no meio ambiente

A lei a respeito das oficinas de inspeção veicular não documentou nenhum impacto no que diz respeito às condições do meio ambiente.

Custos

Não há um número atual dos custos. Em 1997, os custos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para a autorização de oficinas de inspeção eram na ordem de NOK 2 milhões por ano.

Avaliações de custo-benefício

Não estão documentados os efeitos da lei das oficinas de inspeção veicular nos acidentes. Por conta disso, não há bases para realizar as apreciações de custo-benefício da lei. Os custos anuais para a autorização de oficinas de inspeção veicular e órgãos de

inspeção correspondem aos custos em um acidente com vítimas notificado para a polícia.

Responsabilidade e procedimentos formais

Requisitos e procedimentos formais

As exigências em relação ao estabelecimento e operações estão determinadas nas normas das oficinas de inspeção veicular e nas normas da inspeção periódica dos veículos.

As normas das oficinas de inspeção veicular fornecem regras mais precisas quanto aos tipos de consertos obrigatórios para a aprovação e para quais veículos a obrigatoriedade para aprovação é válida. Para que uma oficina seja autorizada, os locais e os equipamentos técnicos devem ser apropriados para a finalidade e o funcionamento deve documentar que eles possuem um líder técnico que preencha determinadas exigências de competência.

As normas de inspeção periódica do veículo fornecem regras mais precisas a respeito de quais tipos de veículos que são submetidos à inspeção periódica, quem poderá executar a inspeção e qual é o conteúdo preciso dessas inspeções. Os órgãos de inspeção também devem seguir determinadas exigências para os locais, equipamentos e competência para que possam ser credenciados.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, no escritório das vias regionais, tem a competência para autorizar e inspecionar o funcionamento e autorização das oficinas de inspeção veicular obrigatória e os órgãos de inspeção para a inspeção periódica. O escritório das vias regionais pode revogar a autorização das oficinas e órgãos de inspeção, caso as exigências para o estabelecimento e operação sejam rompidas e também se a qualidade no trabalho não for satisfatória.

REFERÊNCIAS

- Berg, G., S. Danielsson, S. & O. Junghard. (1984). *Trafiksäkerhet och periodisk fordonskontroll*. VTI-rapport 281. Väg- och TrafikInstitutet (VTI), Linköping.
- Berthelsen, J. & T. Sager. (1976). *Oversikt over utgiftene til trafikksikkerhet i Norge*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Buxbaum, R. C. & T. Colton. (1966). Relationship of Motor Vehicle Inspection to Accident Mortality. *Journal of the American Medical Association*, **197**, 31-36.
- Christensen, P. & Elvik, R. (2007). Effects on accidents of periodic motor vehicle inspection in Norway. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 47-52.
- Colton, T. & R. C. Buxbaum. (1977). Motor vehicle inspection and accident mortality. In: *Statistics and Public Policy*, 131-142. (Fairley, W. B. & F. Mosteller, eds). Addison-Wesley, Reading, Mass.
- Crain, W. M. (1980). *Vehicle Safety Inspection Systems. How Effective?* AEI studies 258. American Enterprise Institute for Public Policy Research, Washington DC.
- Crandall, R. W. & J. D. Graham. (1984). Automobile Safety Regulation and Offsetting Behavior: Some New Empirical Estimates. *American Economic Review, AEA Papers and Proceedings*, **74**, 328-331.
- Crandall, R. W. et al. (1986). *Regulating the Automobile*. The Brookings Institution, Washington DC.
- Elvik, R. (1983). *Bilverkstedloven. En undersøkelse av reparasjonsstandard, verkstedstandard og hvordan verkstedene vurderer loven*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (2002). The effect on accidents of technical inspections of heavy vehicles in Norway. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 753-762.
- Evans, L. & P. Wasielewski. (1983). Risky driving related to driver and vehicle characteristics. *Accident Analysis and Prevention*, **15**, 121-136.
- Foldvary, L. A. (1971). *A Review of Vehicle Inspection in relation to road safety*. Report NR/9. Australian Department of Transport, Canberra.
- Forlaget Last og Buss A/S. (1995). *Kjøretøysforskriften*. Ajourført pr 1. november 1994. Forlaget Last og Buss A/S, Oslo.
- Forskrift om periodisk kontroll av kjøretøy* (2011). I: Vegtrafikklovgivningen 2011, 172-180. Oslo, Cappelen Damm forlag.
- Fosser, S. & A. Ragnøy. (1991). *Teknisk stand på personbiler i trafikken 1990*. TØI-rapport 80. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1987). *Feil og mangler ved vogntog kontrollert på Solum utekontrollstasjon ved E-18 i Vestfold*. TØI-notat 825. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1991). *Effekt av periodisk bilkontroll på ulykkesrisiko. Resultater fra et 4-årig eksperiment med 205.000 person- og varebiler i Norge*. TØI-rapport 70. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1992). An experimental evaluation of the effects of periodic motor vehicle inspection on accident rates. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 599-612.
- Fridstrøm, L. & S. Ingebrigtsen. (1991). An aggregate accident model based on pooled, regional time-series data. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 363-378.
- Fridstrøm, L. & T. Bjørnskau. (1989). *Trafikkulykkesenes drivkrefter. En analyse av ulykkestallenes variasjon i tid og rom*. TØI-rapport 39. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fuchs, V. R. & I. Leveson. (1967). Motor Accident Mortality and Compulsory Inspection of Vehicles. *Journal of the American Medical Association*, **201**, 657-661.
- Garbacz, C. (1985). A note on Peltzman's theory of offsetting consumer behavior. *Economics Letters*, **19**, 183-187.
- Gou, M.; Clément, B.; Birikundavyi, S.; Bellavigna-Ladoux, O.; Abraham, E. (1999). Effect of heavy-vehicle mechanical condition on road safety in Quebec. Paper presented at *the 1999 Annual meeting of the Transportation Research Board*, Washington DC (Available on CD-ROM).
- Graham, J. D. & S. Garber. (1984). Evaluating the Effects of Automobile Safety Regulation. *Journal of Policy Analysis and Management*, **3**, 206-224.
- Graham, J. D. (1984). Technology, Behavior, and Safety: An Empirical Study of Automobile Occupant-Protection Regulation. *Policy Sciences*, **17**, 141-151.
- Hagen, K-E. (1994). *Rullering av samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak (SRT) for 1992*. Arbeidsdokument TST/0570/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagman, R. & Akhtar, J. (2011). *Motoreffektivisering av personbiler med forbrenningsmotor*. I: Tiltakskatalog for transport, miljø og klima. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hagman, R., Berntsen, M. & Ørjasæther (2002). *Characterization of tailpipe exhaust emissions from 6 modern diesel passenger cars in demanding conditions*. TI report 18.08. 2002
- Hagman, R., Gjerstad, K.I. & Amundsen, A.H. (2011). *NOx - utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer. Utfordringer og muligheter frem mot 2025*. TØI rapport 1168/2011. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hjalte, K. (1991). *Bilprovningsåtgärder - ett räkneexempel*. Bilaga till Bilaga 7, Beräkningar, till Samhällsekonomisk prioritering av trafiksäkerhetsåtgärder. TFB & VTI forskning/research 7:7, 1991. Transportforskningsberedningen och Väg- och Trafikinstitutet, Stockholm och Linköping.

- Ingebrigtsen, S. & S. Fosser. (1991). *Dekkstandardens betydning for trafikkulykker om vinteren*. TØI-rapport 75. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Joksch, H. C. (1976). Critique of Sam Peltzman's study the effects of automobile safety regulation. *Accident Analysis and Prevention*, **8**, 129-137.
- Jones, I. S. & H. S. Stein. (1989). Defective equipment and tractor-trailer crash involvement. *Accident Analysis and Prevention*, **21**, 469-481.
- Little, J. W. (1971). Uncertainties in evaluating periodic motor vehicle inspection by death rates. *Accident Analysis and Prevention*, **3**, 301-313.
- Loeb, P. D. & B. Gilad, B. (1984). The efficacy and cost-effectiveness of vehicle inspection. *Journal of Transport Economics and Policy*, **18**, 145-164.
- Loeb, P. D. (1985). The Efficacy and Cost-Effectiveness of Motor Vehicle Inspection Using Cross-Sectional Data - An Econometric Analysis. *Southern Economic Journal*, **52**, 500-509.
- Loeb, P. D. (1987). The determinants of automobile fatalities. With special consideration to policy variables. *Journal of Transport Economics and Policy*, **21**, 279-287.
- Mayer, A. J. & T. F. Hoult. (1963). *Motor Vehicle Inspection. A Report on Current Information, Measurement, and Research*. Institute for Regional and Urban Studies, Wayne State University.
- Moses, L. N. & I. A. Savage. (1997). Cost-Benefit Analysis of US Motor Carrier Safety Programmes. *Journal of Transport Economics and Policy*, **31**, 51-67.
- Moses, L. N. & I. Savage. (1992). The effectiveness of motor carrier safety audits. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 479-496.
- Orr, L. D. (1984). The Effectiveness of Automobile Safety Regulation: Evidence from the FARS Data. *American Journal of Public Health*, **74**, 1384-1389.
- Peltzman, S. (1975). The Effects of Automobile Safety Regulation. *Journal of Political Economy*, **83**, 677-725.
- Ragnøy, A. & F. Sagberg. (1999). *Vogntog, kjøretøyer og kjøretøytilstand. Betydningen av sjåførenes arbeidssituasjon og rammebetingelser i næringen*. TØI rapport 468. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Riksrevisionsverket. (1989). *Den statliga fordonskontrollen. Revisionsrapport*. Dnr 1987:1479. Riksrevisionsverket, Stockholm.
- Robertson, L. S. (1977A). A Critical Analysis of Peltzman's «The Effects of Automobile Safety regulation». *Journal of Economic Issues*, **11**, 587-600.
- Robertson, L. S. (1977B). State and federal new-car safety regulation: effects on fatality rates. *Accident Analysis and Prevention*, **9**, 151-156.
- Robertson, L. S. (1981). Automobile Safety Regulations and Death Reductions in the United States. *American Journal of Public Health*, **71**, 818-822.
- Robertson, L. S. (1984). Automobile Safety Regulation: Rebuttal and New Data. *American Journal of Public Health*, **74**, 1390-1394.
- Robinson, R. C. (1989). *Compulsory motor vehicle inspection: implications for driver behavior and motor accident mortality*. Unpublished Ph D dissertation. The State University of New York at Buffalo, Buffalo, NY.
- Rompe, K. & E. Seul. (1985). *Advantages and disadvantages of conducting periodic roadworthiness tests to monitor the mechanical condition of private cars, the impact of such tests on road safety, environmental protection and the renewal of the vehicle fleet, and the scope for introducing roadworthiness testing throughout the European Community*. Report VII/133/85-EN. Commission of the European Communities, Directorate-General for Transport, Brussels.
- Samstad, H., Ramjerdi, F., Veisten, K., Navrud, S., Magnussen, K., Flügel, S., Killi, M., Harkjerr Halse, A., Elvik, R. & San Martin, O. (2010). *Den norske verdsettelsesstudien. Sammendragsrapport*. Rapport 1053. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Schroer, B. J. & W. F. Peyton. (1979). The effects of automobile inspections on accident rates. *Accident Analysis and Prevention*, **11**, 61-68.
- Statens vegvesen (2009). *Tilstandsundersøkelser 2008*. Rapport TS 2009:2. Statens vegvesen, Veg og trafikkavdelingen.
- Statens vegvesen (2011). *Årsrapport 2010*. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Statistisk sentralbyrå. (1993). *Forbruksundersøkelsen 1989-1991*. NOS C 65. Kongsvinger, Oslo.
- Thakuriah, P., Yanos, G., Lee, J.-T. & Sreenivasan, A. (2001). Motor carrier safety. Crash patterns of inspected commercial vehicles. *Transportation Research Record*, **1779**, 150-156.
- Torp, C. (1996). Kontroll av kjøretøyer. I: *Miljøhåndboken*, Del I, 346-352. Kolbenstvedt, M., H. Silborn & T. Solheim eds.) Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaaje, T. (1985). *Periodisk kjøretøykontroll og trafiksikkerhet. En litteraturstudie*. TØI-notat 749. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- VanMatre, J. G. & G. A. Overstreet. (1981). Motor Vehicle Inspection and Accident Mortality: A Reexamination. *Journal of Risk and Insurance*, **48**, 423-435.
- White, W. T. (1986). Does periodic vehicle inspection prevent accidents? *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 51-62.

Requisitos para o condutor, formação do condutor e de motoristas profissionais

6.1 LIMITE DE IDADE PARA CARTEIRA NACIONAL DE HABILITAÇÃO

Capítulo parcialmente revisado em 2011 por Alena Høyve (TØI)

Problema e finalidades

O risco de o condutor se envolver em acidentes com vítima varia consideravelmente de acordo com a idade. O risco é menor para o condutor entre 25 e 54 anos e aumenta se sua idade estiver abaixo ou acima desta faixa etária. Condutores jovens (homens) têm o maior risco. Este modelo encontra-se tanto na Noruega como em outros países (ver Parte 1 do Manual da Segurança Viária). A relação entre a idade e o risco de acidentes é mais conhecida junto aos condutores de veículos de passeio, mas entre os condutores de ciclomotores e motocicletas os mais jovens também têm o maior risco (Ingebrigtsen, 1989, 1990).

A finalidade do limite de idade para a carteira nacional de habilitação é limitar o número de acidentes com condutores que, com base na idade, estão inaptos para dirigir um veículo automotor.

Descrição da medida

Atualmente os limites de idade estabelecidos para a carteira nacional de habilitação válidos na Noruega referem-se a:

- quando se iniciam as aulas de direção;
- quando, de forma mais breve, é possível adquirir regularmente a carteira nacional de habilitação pela primeira vez;
- quando, de forma mais longa, é possível adquirir regularmente a carteira nacional de habilitação pela primeira vez.

Os limites de idade para a carteira nacional de habilitação estão detalhados e descritos no §4-1 do Regulamento sobre a carteira nacional de habilitação

(www.lovdاتا.no). Uma visão geral sobre os limites de idade é fornecida na tabela 6.1.1. (ver o tópico Responsabilidade e procedimentos formais).

As carteiras nacionais de habilitação para categorias A, A2, A1, AM, B, B1, BE, M, S e T têm, por regra, 15 anos de validade para condutores abaixo de 75 anos. Para condutores de 75 anos ou mais velhos, a carteira nacional de habilitação é válida apenas por meio de uma avaliação médica. As carteiras nacionais de habilitação das outras categorias têm, por regra, 5 anos de validade e é necessário uma avaliação médica de todos os condutores também durante a renovação das mesmas. Isso vale para condutores abaixo de 70 anos. Para condutores de 70 anos ou mais velhos, a validade da carteira nacional de habilitação é de apenas um ano.

Impacto sobre os acidentes

O impacto da idade do condutor sobre o risco de acidentes com novos condutores

Durante os primeiros 5-7 anos em que se dirige um veículo, o número de acidentes diminui drasticamente. O risco de se ferir entre condutores de 20 a 24 anos de idade é cerca de 50 a 60% do risco de se ferir entre condutores entre 18 e 19 anos. Uma pesquisa norueguesa em que o número registrado de acidentes se apresentava em função do número de meses após o exame prático de direção encontrou uma redução no número de acidentes de aproximadamente 50% no grupo de condutores que tinham recebido a carteira nacional de habilitação dentro do período de 8 a 10 meses, quando comparado com os condutores recentes, que tinham recebido a carteira em 1 a 2 meses (Sagberg, 1997). O risco de acidentes após a realização do exame prático pode depender de quando se iniciam as aulas práticas de direção e da quantidade de aulas práticas realizadas antes da prova. Descobriu-se, numa pesquisa sueca sobre o efeito do limite de idade de 16 anos para as aulas práticas, uma redução no risco de acidentes em 35% no primeiro ano após a realização da prova

TABELA 6.1.1: IDADE MÍNIMA DE ACORDO COM A 3A. DIRETRIZ DA CARTEIRA NACIONAL DE HABILITAÇÃO E NORMA PARA ATIVIDADE REMUNERADA.

	Direção de veículo de passeio	Direção profissional de acordo com a norma para atividade remunerada	
	Idade mínima desde 2013	Com formação básica compacta (140 horas)	Com formação básica completa (280 horas)
AM	16 anos ¹		
A	24 anos ²		
A1	16 anos		
A2	18 anos		
B	18 anos		
BE	18 anos		
C1	18 anos	18 anos	18 anos
C1E	18 anos	18 anos	18 anos
C	21 anos	21 anos	18 anos
CE	21 anos	21 anos	18 anos
D1	21 anos	21 anos	21 anos
D1E	21 anos	21 anos	21 anos
D	24 anos	23 anos	21 anos
DE	24 anos	23 anos	21 anos

¹ 18 anos para ciclomotores de três e quatro rodas com peso específico (menos peso da bateria em motores elétricos) acima de 150 kg

² em aquisição direta. Para outras regras por etapas de aquisição, consulte lovdata.no

prática nos condutores que foram autorizados a iniciar as aulas práticas a partir de 16 anos (Gregersen, 1997). Em uma pesquisa similar na Noruega, após a introdução do limite de 16 anos não se verificou nenhuma diferença entre os condutores que tiveram a oportunidade de realizar as aulas práticas de direção a partir dos 16 anos e aqueles que seguiram o limite de idade de 17 anos (Sagberg, 2002). Esta diferença entre Noruega e Suécia pode ter relação com a quantidade de aulas práticas de direção, que é essencialmente maior na Suécia que na Noruega.

A diminuição do risco durante os primeiros anos como condutor de veículo deve-se à combinação da idade, experiência e outros fatores. Condutores jovens também são, por regra, inexperientes. Por conta disso, é difícil distinguir o impacto da idade em relação ao impacto da experiência e da quilometragem anual. Em uma parte das pesquisas, no entanto, conseguiu-se calcular o efeito parcial (aumento) da idade, ou seja, quando é verificado pelo impacto de outras variáveis como experiência e quilometragem. Isso vale para as seguintes pesquisas:

Ferdun, Peck e Coppin, 1967 (EUA, condutor de veículo de passeio);
 Shaoul, 1975 (Reino Unido, condutor de veículo de passeio);
 Spolander, 1983 (Suécia, condutor de veículo de passeio);

Drummond, 1986 (Austrália, condutor de veículo de passeio);
 Glad, 1988 (Noruega, condutor de veículo de passeio);
 Engel e Krogsgård-Thomsen, 1989 (Dinamarca, limite de idade para ciclomotor);
 Ingebrigtsen, 1990 (Noruega, condutores de motos pesadas);
 Maycock, Lockwood e Lester, 1991 (Reino Unido, condutor de veículo de passeio);
 Forsyth, Maycock e Sexton, 1995 (Reino Unido, condutor de veículo de passeio);
 Rutter e Quine, 1996 (Reino Unido, condutor de moto).

Dentre estas pesquisas, destacam-se os dois estudos britânicos mais recentes sobre condutores de veículos de passeio (Maycock, Lockwood e Lester, 1991; Forsyth, Maycock e Sexton, 1995). Estas pesquisas apontam como a idade do condutor, vista de maneira isolada, influencia o risco de acidentes nos primeiros anos, quando é controlada por uma série de outros fatores que influenciam o risco.

Contudo, esses resultados pouco dizem a respeito dos possíveis impactos da mudança dos limites de idade para a carteira nacional de habilitação em um determinado tipo de veículo. As mudanças nos limites de idade podem afetar os acidentes com meios de transporte alternativos, não apenas o tipo de veí-

culo para o qual vigora o limite de idade modificado, pode-se pensar, por exemplo, que a direção do ciclomotor seria menos atrativa para os jovens, se o limite de idade para a carteira nacional de habilitação para veículo de passeio fosse reduzido para 16 anos. Por outro lado, poder-se-ia pensar que a direção de ciclomotores/motocicletas aumentaria em volume, se o limite da idade para a carteira nacional de habilitação de veículo de passeio aumentasse. Uma medida que envolve a mudança do limite de idade para carteira de habilitação afeta tanto os acidentes de veículos de passeio quanto os acidentes de ciclomotores. Contudo, há poucas pesquisas a respeito dos impactos conjuntos da mudança dos limites de idade para a carteira nacional de habilitação.

Com base nas pesquisas mencionadas, especialmente as britânicas mais recentes, o impacto sobre o risco com acidentes de condutores de veículos de passeio com um aumento de um ano na idade para a aprovação no exame de direção pode ser calculado conforme os seguintes números apresentados na tabela 6.1.2.

O aumento em 1 ano na idade inicial como condutor de veículo de passeio no intervalo dos 16 anos para os 21 anos reduz o risco de acidentes no primeiro ano em cerca de 5-10%. O impacto é diminuído com o aumento da idade. Não é confiável estatisticamente para algumas faixas etárias, contudo é provavelmente real porque todas as estimativas seguem a mesma direção e são encontradas em todas as pesquisas citadas acima. Uma análise correspondente para condutores de motos pesadas (Ingebrigtsen, 1990) aponta que o aumento na idade de início em 1 ano de 18 para 19 anos reduz o risco de acidentes em cerca de 10% (-16; -4).

Os números acima apontam uma queda de risco de 5-10% por ano em que o condutor adia o início de sua atividade de condutor. O aumento da idade de início da habilitação de, por exemplo, 18 para 21

anos leva a uma diminuição de risco de 16% [$1 - (0,94 \times 0,94 \times 0,95)$]. É essencialmente menor que a diferença no nível de risco que se encontra no tráfego entre condutores de 18 anos e de 21 anos. A diferença no nível de risco entre estas duas faixas etárias é de cerca de 50-60%. A explicação sobre a grande diferença entre estes dois números é que os números acima mostram o impacto isolado sobre o risco da idade por si só, enquanto a queda total de risco aponta o efeito conjunto da idade, experiência e outros fatores que afetam o risco do condutor.

Nas pesquisas britânicas, foi possível estimar a contribuição anual da idade e da experiência na queda no risco de condutores jovens nos primeiros anos de direção. A figura 6.1.1 mostra os resultados desses cálculos (Maycock, Lockwood e Lester, 1991; Forsyth, Maycock e Sexton, 1995). A figura mostra, na parte superior, a linha da queda de risco atribuída à idade. Essa linha inicia com o valor 1,0 para condutores de 17 anos (que é o limite de idade para carteira nacional de habilitação no Reino Unido). As linhas sólidas, que descem de cada faixa etária até a próxima, apontam o efeito no risco de acidentes da experiência em um ano. Essas linhas caem muito mais abruptamente que a linha estipulada para a idade. Isso significa que um segundo ano de experiência contribui de maneira mais consistente para reduzir o risco que um ano a mais de idade. A última linha de experiência, de 21 para 22 anos, termina no nível de risco que os condutores de 22 anos têm, comparado com os condutores de 17 anos, ou seja, por volta da metade como alto risco (valor 0,5 na figura).

Impactos das mudanças do limite de idade para a carteira nacional de habilitação

Apenas duas pesquisas foram encontradas sobre os impactos da mudança do limite de idade para a carteira nacional de habilitação. Em Quebec, Canadá, o limite de idade para a carteira nacional de

TABELA 6.1.2:- IMPACTO DO AUMENTO DE UM ANO NA IDADE INICIAL COMO CONDUTOR DE VEÍCULO NO RISCO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NO PRIMEIRO ANO.

Aumento da idade inicial	Acidentes ocorridos	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
De 16 para 17 anos	Todos os acidentes	-10	(-20; +5)
De 17 para 18 anos	Todos os acidentes	-7	(-15; +1)
De 18 para 19 anos	Todos os acidentes	-6	(-17; +4)
De 19 para 20 anos	Todos os acidentes	-6	(-22; +13)
De 20 para 21 anos	Todos os acidentes	-5	(-29; +27)

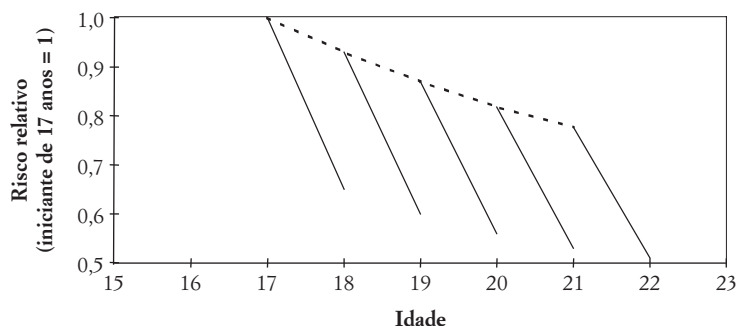


Figura 6.1.1: Contribuição anual da idade e da experiência para a diminuição no risco de acidentes com condutores jovens. Adaptado das pesquisas britânicas.

habilitação foi diminuído de 18 para 16 anos em 1962. Calculou-se que isso levou a um aumento no número de acidentes (de todos os níveis de gravidade e para todos os grupos de condutores) de 12%, um aumento do número de feridos de 4% e um aumento no número de fatalidades de 24% (Gaudry, 1987). Na Dinamarca o limite de idade para a direção de ciclomotores subiu de 15 para 16 anos em 1980. O número de acidentes com vítimas em condutores de ciclomotores com 15 anos ou menos diminuiu 80% ($\pm 2\%$) quando os condutores de 20 anos ou mais foram utilizados como grupo de controle (Engel e Krogsgård-Thomsen, 1989). A pesquisa não esclarece se o número de acidentes de jovens com 15 anos aumentou em outros grupos de condutores.

Risco dos condutores idosos – limites superiores de idade

Os condutores idosos têm maior risco de lesão que os condutores de meia-idade. Se o risco com lesões para todos os condutores for definido como 1,00, o risco correspondente para os condutores idosos será calculado da seguinte forma em uma parte da pesquisa (tabela 6.1.3).

Estas pesquisas da Noruega e da Suécia apresentam resultados conclusivos para os condutores na faixa etária de 65 a 74 anos. Estes condutores possivelmente têm um pouco mais de risco de sofrer ferimentos do que a média de todos os condutores, mas a diferença é pequena. Entretanto, os condutores com idade acima de 75 anos têm claramente maior risco de lesão que a média dos condutores. Pode-se pensar que, tanto na Noruega quanto na Suécia, o aumento do risco para os condutores mais velhos diminuiu ao longo do tempo. Uma explicação concebível para esta tendência é que agora os condutores mais velhos têm mais experiência e, em maior grau, estão acostumados com uma sociedade com muito mais veículos, diferente dos condutores mais velhos de épocas anteriores, em que o número de veículos era reduzido.

Apesar do risco elevado, o número absoluto de vítimas entre os condutores idosos é significativamente menor que entre os condutores mais jovens. Muitos condutores idosos utilizam pouco o veículo e o fazem somente em certas condições de tráfego, ou seja, na luz do dia, em vias que lhes são familiares e em períodos em que as vias estão menos congestionadas. Nenhum país introduziu um limite máximo de idade para a carteira nacional de habilitação.

TABELA 6.1.3: RISCO DE LESÃO EM CONDUTORES IDOSOS NA NORUEGA E NA SUÉCIA DE ACORDO COM ALGUMAS PESQUISAS (RISCO MÉDIO = 1,00).

Pesquisa	País e ano	Média = 1,00	
		65-74 anos	75 anos e mais velhos
Bjørnskau, 1988	Noruega, 1984-85	0,83	3,30
Bjørnskau, 1993	Noruega 1991-92	1,54	1,65
Bjørnskau, 2000	Noruega 1997-98	0,94	1,94
Bjørnskau, 2003	Noruega 2001-02	0,81	2,06
Thulin, 1987	Suécia 1984-85	1,20	5,00
Thulin e Nilsson, 1994	Suécia 1992	0,69	2,19

Na Noruega, uma avaliação médica é exigida dos condutores acima de 70 anos, para garantir que os condutores mais velhos incapacitados a dirigir sejam impedidos de fazê-lo. Entretanto, sabe-se que, mesmo com esta regra (Brækhus, 1996), uma parcela dos condutores idosos, mesmo com debilitações de saúde que aumentam o risco de acidentes, ainda está dirigindo.

Em uma pesquisa norueguesa, foi avaliada a validade de diferentes testes de acuidade visual, testes cognitivos e fatores que podem afetar a habilidade na direção veicular (Ulleberg e Sagberg, 2003). Na pesquisa, a habilidade de dirigir foi avaliada por avaliadores experientes e por vários testes. Detectou-se que os condutores acima de 75 anos tinham habilidade ligeiramente menor que os condutores na faixa etária entre 69 e 74 anos. Os resultados, porém, apontaram que a idade por si só tem um pequeno valor de predição quando se trata do desempenho na direção. Quatro diferentes testes foram, entretanto, mais apropriados para explicar as diferenças no desempenho na prova de direção. Referiu-se, aqui, à redução da acuidade visual diante de ofuscamento, à deficiência visual em pelo menos um olho, ao tempo maior para percepção de elementos, aos problemas para perceber vários elementos e ao declínio cognitivo/demência. Utilizando estes quatro testes relativamente simples, pode-se prever corretamente o desempenho na direção de 78% dos participantes. Os testes cognitivos e os testes de acuidade visual tiveram um valor preditivo independente, ou seja, eles identificaram diferentes participantes com habilidades de direção veicular “em níveis não aceitáveis para aprovação”.

Apesar de os testes mostrarem uma capacidade preditiva em relação ao desempenho na direção veicular, eles apresentaram alguns erros. É fato que os testes não detectam tudo o que é julgado como habilidade “não aceitável”, uma vez que há motivos para acreditar que há mais elementos envolvidos do que a acuidade visual e as habilidades cognitivas medidas que afetam o desempenho na direção (Ulleberg e Sagberg, 2003). No entanto, infelizmente os testes podem resultar em alguns resultados falso-positivos.

Impacto na mobilidade

Julga-se que os limites de idade para a carteira nacional de habilitação tenham dois impactos na acessibilidade. Um impacto possível vale para as possi-

bilidades de deslocamento ou mobilidade: quanto mais rigorosos são os limites de idade, um menor número de usuários tem a oportunidade de se deslocar como condutores; estas pessoas precisam suprir a necessidade de deslocamento de outra maneira ou desistir da viagem. Outro impacto possível vale para a qualidade da fluidez: pode-se imaginar, por exemplo, que remover os condutores idosos do trânsito que dirigem mais devagar que os outros melhoraria a fluidez em dadas situações (Bjørnskau, 1994). Nenhum dos dois impactos aqui mencionados foram documentados.

Impacto no meio ambiente

Não há efeitos diretos no meio ambiente por conta dos limites de idade para a carteira nacional de habilitação. Na medida em que tais limites contribuem para restringir o volume total de veículos (o que não é evidente, uma vez que muitos jovens que ainda são muito jovens para obter a carteira nacional de habilitação são transportados a diferentes locais no veículo dos pais, por exemplo), eles também contribuem para restringir o volume dos problemas ambientais que a direção veicular pode causar.

Custos

Os custos diretos na administração do sistema dos limites de idade para a carteira nacional de habilitação são pequenos. Pode-se julgar que o sistema possua custos indiretos, uma vez que aqueles que não se enquadram nos limites de idade geram custos a outros modos de transporte. Isso acarretará, entretanto, um aumento dos custos se os outros meios de transporte forem mais caros do que aquele que o condutor teria escolhido caso se enquadrasse nos limites de idade. O sistema que trata da avaliação médica para condutores idosos acarreta uma parcela de custos interligados à emissão de certificados médicos.

Avaliações de custo-benefício

Na Noruega, foi estimado em 1997 que o sistema de informações médicas para condutores idosos pode ser vantajoso economicamente, se considerar-se que os acidentes para este grupo hoje são mais do que 1% abaixo do que teriam sido se o sistema não existisse.

Numa apreciação socioeconômica, deve-se também envolver, entretanto, como o sistema de informações

médicas para condutores idosos, influencia em suas opções de deslocamento. Se forem limitados num grau significativo, há um custo que deverá ser considerado.

Até que ponto a medida é vantajosa socioeconomicamente depende, entre outras coisas, de o quão rígidas são as exigências definidas. Com maior rigidez, muitos daqueles que não estão aptos para dirigir perderão o direito de dirigir e o efeito de segurança será equivalentemente maior. Entretanto, haverá muitos que perderão o direito de dirigir e que não deveriam perder. Esses falsos positivos ocorrem em qualquer teste, uma vez que nenhum teste é totalmente livre de erros. Definir uma exigência menos rígida reduzirá o número de falsos positivos, mas apenas excluirá grande parte dos condutores menos aptos e o efeito da segurança será consequentemente menor. Não há conhecimento sobre o benefício socioeconômico para a carteira nacional de habilitação para pessoas idosas. Quanto maior for o benefício e mais idosos perderem o direito de dirigir por motivos de negligência ou resultados de testes incorretos, menor será a probabilidade de ser vantajoso economicamente, uma vez que estes condutores poderão acionar a justiça para reaver o direito de dirigir (Heikkinen et al., 2010).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para alterar os limites de idade para a carteira nacional de habilitação é realizada pelas autoridades ou pode ser inserida como consequência de um acordo internacional de regulamentações.

Requisitos e procedimentos formais

Os limites de idade para a carteira nacional de habilitação são estipulados nas regulamentações da carteira nacional de habilitação. Uma nova diretriz para a carteira nacional de habilitação (3. förerkortdirektiv, 2006/126/EC) entrou em vigor desde 2009 e levou a uma mudança nos limites de idade para alguns tipos de veículos. Foi introduzido um princípio de aquisição gradual dos direitos de dirigir, ou seja, o condutor muda de uma categoria de veículo leve para uma categoria de veículos pesados com base na faixa etária. Caso se deseje obter uma carteira nacional de habilitação na classe de veículos pesados antes de ter-se obtido habilitação nas classes de

veículos mais leves, o limite da idade será maior do que anteriormente, por motivos de segurança.

As novas regras de faixa etária para veículos pesados seguem as regras estabelecidas na Diretriz de Motorista Profissional (2003/59/EØF). A norma da atividade remunerada de 2008 regulamenta esta direttriz na Noruega e inclui, entre outras coisas, exigências para aprendizagem prática e idade mínima. Diferencia-se aqui claramente entre direção de veículos de passeio da direção de veículos pesados e para a atividade remunerada, em que há diferentes regras para a idade mínima.

Responsabilidade pela execução da medida

Os limites de idade para a carteira nacional de habilitação são de responsabilidade do próprio usuário. Entretanto, existe uma minoria de menores que dirige ilegalmente.

6.2 EXIGÊNCIAS DE SAÚDE PARA CONDUTORES

Capítulo revisado em 2002 e parcialmente revisado em 2011 (TØI)

Problema e finalidades

No tráfego, ocorrem sempre situações que exigem reações e decisões rápidas do condutor do veículo. A legislação de trânsito diz que ninguém deve conduzir um veículo motorizado quando estiver numa condição em que não se considera apto para conduzir de maneira segura. A saúde do condutor é um destes fatores, que determina o quão apto o condutor está para dirigir.

Em um estudo retrospectivo das autópsias de 230 condutores que sofreram acidentes fatais, foi constatado que 27 deles (12%) morreram de causas naturais, ou seja, antes da ocorrência do acidente (Alvestad e Haugen, 1999). As principais causas dessas mortes repentinas foram relacionadas a doenças cardiovasculares. Ainda, em 17 casos (7%) foram julgadas sérias doenças do coração, doenças no sistema nervoso central e complicações em relação com o diabete, como fatores substancialmente causadores do acidente. O suicídio foi indicado em 6 casos (2,5%) como possível causa em algumas outras ocorrências. Além do mais, o estudo observa

que todos os acidentes causados por doenças cardiovasculares ocorreram em baixas velocidades ou em saída de pista, sem danos com grandes consequências, algo que pode apontar para a possibilidade de o condutor acidentado ter recebido um aviso prévio do ataque e, por conta disso, ter sido capaz de reduzir a amplitude de danos do acidente antes de morrer.

Nas regras para a carteira nacional de habilitação foram impostas mais exigências concretas com relação à saúde do condutor. A finalidade dessas exigências com relação à saúde do condutor é assegurar que todos eles cumpram as condições mínimas de saúde para dirigir e, assim, limitar o número de condutores inaptos no tráfego.

Descrição da medida

As exigências de saúde do condutor estão relacionadas na Norma para Carteira Nacional de Habilitação, entre outros (www.lovdata.no). A avaliação médica é exigida para a carteira de habilitação nas classes A, A2, A1, AM, B, B1, BE, M, S e T se o condutor tiver 75 anos ou mais. Aos condutores que tiverem diabetes, que deve ser tratado com insulina ou outros medicamentos, a validade da carteira de habilitação é reduzida para no máximo 5 anos. Com relação às categorias de carteira de habilitação restantes, exige-se a avaliação médica de todos os condutores na emissão da carteira de habilitação. Ela deve ser renovada a cada cinco anos para condutores abaixo dos 70 anos. Os condutores que têm 70 anos ou mais devem renovar a carteira nacional de habilitação anualmente.

A exigência de saúde para a carteira de habilitação nas diferentes categorias de veículos estão descritas de maneira detalhada no Anexo 1 da Norma para Carteira Nacional de Habilitação, entre outros. As exigências se referem a acuidade visual, campo de

visão, transtornos das funções cerebrais (epilepsia, entre outros) que ocorrem por meio de ataques, doenças psíquicas graves, retardo mental ou desvio de personalidade, abuso do álcool ou outras drogas e demais condições patológicas. Com relação à carteira nacional de habilitação para caminhões e ônibus, os requisitos são mais severos. Para caminhões e ônibus, também são impostos requisitos com relação ao diabetes e às doenças do coração, força muscular e coordenação motora. Para a carteira nacional de habilitação de ônibus, são impostos requisitos com relação ao tom de voz e, além destes, os requisitos com relação a transtornos das funções cerebrais e diabetes são mais severos.

Não é conhecido em que grau os condutores de veículos motorizados satisfazem os requisitos de saúde exigidos. Com base na pesquisa de 1995 sobre as condições de vida realizada pelo Escritório Central de Estatística (Statistisk sentralbyrå, 1996), é possível ter uma visão geral sobre a difusão de diferentes problemas de saúde na população (tabela 6.2.1).

Deve-se considerar que as informações sobre estes problemas de saúde são declaradas pela própria população. Observa-se que o aparecimento de diferentes problemas de saúde aumenta com a idade. Os resultados no que se refere à visão estão de acordo com a pesquisa sobre a acuidade visual de condutores, que indica que cerca de 3% não satisfazem os requisitos de acuidade visual para condutores (Stensholt, Bergsaker e Skog, 1992).

Impacto sobre os acidentes

Risco em acidentes de trânsito por conta de doenças e deficiências na saúde

No projeto da UE IMMORTAL (Impaired Motorists, Methods of Roadside Testing and Assessment for Licensing) foi realizada uma meta-análise

TABELA 6.2.1: OCORRÊNCIA DE DIFERENTES PROBLEMAS DE SAÚDE NA POPULAÇÃO. PORCENTAGEM DE PROBLEMAS DE SAÚDE EM DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS. BASEADO NA PESQUISA SOBRE CONDIÇÕES DE VIDA, 1995.

Tipo de problema de saúde	Porcentagem de problemas em diferentes faixas etárias					
	16-24	25-44	45-66	67-79	80-	Todos
Problema cardiovascular	0	4	16	39	51	13
Mobilidade reduzida	3	4	12	30	54	12
Visão reduzida	1	1	1	4	16	2
Audição reduzida	0	1	1	8	15	2
Sintomas frequentes de desordens neurológicas	4	5	7	9	15	7

baseada nos grupos de doenças e condições descritas no Anexo III na diretriz de conselho da UE CD 91/439/EEC com relação à carteira nacional de habilitação (The Council of the European Communities, 1991). A meta-análise compreende 62 estudos e 298 resultados dentro dos principais grupos de doenças e condições de saúde descritas no Anexo III (Vaa, 2003). A tabela 6.2.2 mostra as melhores avaliações para o risco relativo com relação aos principais grupos de doenças e condições de saúde compreendidas pela diretriz mencionada. A Noruega sugere os mesmos grupos de doenças e deficiências principais que a diretriz do conselho CD 91/439/EEC – Anexo III.

As pesquisas que dão fundamento aos cálculos de risco variam parcialmente no escopo e na qualidade. Um problema de muitas pesquisas é que elas não controlam o impacto de outros fatores que influenciam o risco de acidentes, além da doença ou da deficiência estudada. Muitas pesquisas baseiam-se em uma amostra relativamente pequena. Nem todas as pesquisas têm bons dados explicativos sobre as distâncias percorridas dos grupos de condutores que estão sendo comparados. Também não está constatado, na maioria das pesquisas, se foram investigados apenas os acidentes com vítimas ou todos os acidentes, ou seja, incluindo os com danos materiais. Supõe-se que estes últimos são mais comuns. Na tabela está indicado qual aumento no risco de acidentes que diferentes doenças e deficiências na saúde acarretam. O risco para condutores saudáveis é definido como 1,00.

Todos os grupos principais de doenças, com exceção das deficiências renais, apontam para um aumento significativo no risco de o condutor se envolver em um acidente. O maior aumento relativo ao risco está relacionado com o alcoolismo, que aumenta o risco em 100% com relação à condutores saudáveis, enquanto as deficiências visuais aumentam apenas 9%. O alcoolismo é um diagnóstico médico e não deve ser confundido com a embriaguez ao volante, que possui um risco relativo ainda maior (Glad, 1985). Os grupos principais na tabela 6.2.2 podem ser divididos em um grupo de baixo risco e em um grupo de alto risco, em que o aumento do risco no grupo de alto risco é significativamente maior que no grupo de baixo risco. O grupo de baixo risco compreende deficiências visuais, deficiências auditivas, limitação de movimentos e doenças cardiovasculares, que têm aumentos de risco na ordem de grandeza 9 - 23%. O grupo de alto risco compreende

doenças neurológicas, doenças mentais, alcoolismo e utilização/abuso de medicamentos e drogas psicoativas. Nesse grupo, o aumento de risco é de 58-100%. O diabetes está entre o grupo de baixo e de alto risco, com um aumento de risco de 56% (Vaa, 2003).

O Anexo III também indica certos subgrupos de doenças e condições de saúde de importância para a emissão da carteira nacional de habilitação. Para alguns destes subgrupos, foi possível calcular o risco relativo. As doenças e condições de saúde que aparecem com o maior risco relativo são os transtornos mentais (sérios), alcoolismo, medicamentos/drogas consumidas de maneira abusiva e drogas psicoativas com risco relativo, respectivamente, em 2,01, 2,00, 1,96 e 1,96. Os maiores riscos relativos descobertos com base no cálculo do estudo IMMORTAL foram os transtornos de sono, incluindo a apneia e a narcolepsia. Para este grupo sob estas condições de saúde, o risco relativo total foi de 3,71 (Vaa, 2003). Este grupo de condições não está figurado no Anexo III da diretriz da UE.

A visão estática significa a capacidade do olho de perceber detalhes de maneira nítida quando os objetos estão em repouso. A tabela 6.2.3 mostra o aumento de risco para diferentes graus de nitidez reduzida.

A tabela mostra que a redução da acuidade visual em 20% ou mais resulta num aumento de risco entre 14-24%; porém, ao mesmo tempo não há uma diferença significativa nos grupos com 20, 50 ou 75% de redução na acuidade visual. Isso talvez signifique que a redução da visão é compensada de tal maneira que não pareça causar um risco relativo maior. A deficiência corrigida por meio de lentes de correção causa uma redução pequena, mas significativa, no risco relativo de acidente.

Um estudo norueguês pesquisou a segurança do tráfego em relação a condutores com deficiências em veículos adaptados para necessidades específicas (Sagberg et al., 2003). Uma análise de envolvimento em acidentes notificados pelo seguro por meio de uma seleção de condutores com veículos adaptados não aponta que eles correm alto risco.

Em um estudo baseado em informações de seguradora sobre quilômetros percorridos, descobriu-se que o envolvimento de condutores com veículos adaptados em acidentes foi de 10,3 acidentes por milhão de quilômetros (Sagberg et al. 2003).

TABELA 6.2.2: RISCO RELATIVO DE SE ENVOLVER EM UM ACIDENTE COM 10 CONDIÇÕES MÉDICAS (GRUPOS PRINCIPAIS) PERTENCENTES AOS SUBGRUPOS COMPREENDIDOS NO CD 91/439/EEC – ANEXO III. RESULTADOS DA META-ANÁLISE (RISCO RELATIVO PARA CONDUTORES SEM CONDIÇÕES MÉDICAS CONHECIDAS = 1,00) FONTE: Vaa, 2003.

Grupos principais e subgrupos de acordo com o Anexo III	Risco relativo	95% intervalo de confiança	Número dos resultados
Deficiências visuais– todos os tipos	1,09	(1,04; 1,15)	79
Campo de visão	0,90	(0,69; 1,17)	4
Doenças oculares progressivas	0,86	(0,50; 1,49)	4
Acuidade visual reduzida	1,13	(1,05; 1,22)	39
Debilitações da audição	1,19	(1,02; 1,40)	5
Artrite/limitação de movimento	1,17	(1,004; 1,36)	12
Doença cardiovascular:	1,23	(1,09; 1,38)	48
Arritmia (severa)	1,27	(1,09; 1,47)	14
Pressão sanguínea anormal	1,03	(0,86; 1,22)	8
Angina	1,52	(1,10; 2,09)	3
Ataque cardíaco	1,09	(0,62; 1,92)	2
Diabetes mellitus:	1,56	(1,31; 1,86)	25
Doenças neurológicas:	1,75	(1,61; 1,89)	22
Intervenção cirúrgica/doença que afeta o sistema nervoso central ou periférico (inclui derrame cerebral, traumatismo craniano, etc)	1,35	(1,08; 1,67)	11
Epilepsia/transtorno repentino da consciência, outros ataques	1,84	(1,68; 2,02)	8
Doenças mentais:	1,72	(1,48; 1,99)	33
Transtornos mentais (severos)	2,01	(1,60; 2,52)	10
Problemas comportamentais por conta do envelhecimento (Alzheimer, demência)	1,45	(1,14; 1,84)	18
Alcoolismo	2,00	(1,89; 2,12)	3
Medicamentos e drogas psicoativas:	1,58	(1,45; 1,73)	68
Medicamentos/drogas julgados como uso abusivo	1,96	(1,70; 2,25)	22
Medicamentos/drogas de uso prescrito	1,49	(1,35; 1,64)	58
Drogas psicoativas (álcool incluído)	1,96	(1,74; 2,20)	23
Antidepressivos (cíclicos)	1,42	(1,33; 1,52)	5
Analgésicos (opiáceos)	1,21	(1,08; 1,36)	4
Anti-histamínicos	1,10	(0,91; 1,32)	4
Benzodiazepinas (diazepam incluído)	1,54	(1,24; 1,90)	14
Doenças renais: insuficiência renal severa	0,87	(0,54; 1,34)	3
Média ponderada de todos os grupos principais	1,33	(1,28; 1,37)	298

Com base na estatística de acidentes de tráfego TRAST para os anos de 1998 a 2000 (Finansnærings Servicekontor, 1999; 2000; 2001), junto com cálculos do total de distâncias percorridas para veículos de passeio (Rideng, 2001), descobriu-se que o risco de envolvimento em acidentes notificados pelo seguro para veículos de passeio é geralmente de 10,1 acidentes por milhão de quilômetros. É praticamente o mesmo que o dos condutores de veículos adaptados.

Isso pode indicar que os condutores compensam a dificuldade na direção tomando muito mais cuidado, dirigindo mais devagar, concentrando-se mais no tráfego e evitando condições difíceis de tráfego (Sagberg et al. 2003).

Em geral, a estimativa de risco baseada em poucos resultados deve ser interpretada com cuidado. Em todos os grupos principais, com exceção da deficiência auditiva e do alcoolismo, é empregado um modelo de análise que leva em consideração a existência de uma variação sistemática nos resultados que dão base para os cálculos de risco. A relação abaixo estuda a análise da importância de várias doenças e condições sobre o risco:

Deficiência visual (Hofstetter, 1976; Hill e Burg, 1977; Janke, 1983; Decina e Staplin, 1993; Gresset e Meyer, 1994; Marottoli et al., 1994; McCloskey et al., 1994; Lewandowsky, 1995; Johansson, 1997; Maag et al., 1997; Owsley et al., 1998; McGwin et al., 2000; Owsley et al., 2002);

TABELA 6.2.3: RISCO RELATIVO EM DIFERENTES GRAUS DE REDUÇÃO DA VISÃO ESTÁTICA.

	Risco relativo	Intervalo de confiança de 95%	Número dos resultados
Deficiências visuais todos os tipos	1,09	(1,04; 1,15)	79
Nitidez da visão reduzida (< 80%)	1,19	(1,07; 1,33)	23
Nitidez da visão reduzida (< 50%)	1,14	(1,003; 1,29)	20
Nitidez da visão reduzida (< 25%)	1,24	(1,04; 1,47)	8
Visão corrigida com lentes de correção	0,96	(0,93; 0,99)	7

Deficiência auditiva (Coppin e Peck, 1965, Ysander, 1965; McCloskey et al., 1994);

Mobilidade reduzida/artrite (Mäki e Linnoila, 1976; MacPherson et al., 1984; Koepsell et al., 1994; McGwin et al., 2000; Vernon, 2002);

Doenças cardiovasculares (Waller, 1965; Waller, 1967; Crancer e Quiring, 1968; Crancer e O'Neill, 1969; MacPherson et al., 1984; Koepsell et al., 1994; Johansson, 1997; McGwin et al., 2000; Vernon, 2002);

Diabetes (Waller, 1965; Crancer e Quiring, 1968; Ysander, 1970; MacPherson et al., 1984; Hansotia e Broste, 1991; Koepsell et al., 1994; McGwin et al., 2000; Vernon, 2002);

Doenças neurológicas (Waller, 1965; Hansotia e Broste, 1991; Janke, 1993; Koepsell et al., 1994; Adler et al., 2000; McGwin et al., 2000; Lings, 2001; Schulteis et al., 2002; Vernon, 2002);

Distúrbio mental (Waller, 1967; Mäki e Linnoila, 1976; MacPherson et al., 1984; Friedland et al., 1988; Ball e Owsley, 1991; Drachman e Swearer, 1993; Cooper et al., 1993; Janke, 1993; Levielle et al., 1994; Marottoli et al., 1994; Koepsell et al., 1994; Fitten et al., 1995; Trobe et al., 1996; Johansson, 1997; Nada-Raja et al., 1997; Bedard et al., 1998; Withaar e Brouwer, 1999; McGwin et al., 2000; Vernon, 2002);

Alcoolismo (Janke, 1993; Vernon, 2002);

Medicamentos e drogas psicoativas (Bø et al., 1975; Mäki e Linnoila, 1976; Smart e Fejer, 1976; Honkanen et al., 1980; Hingson et al., 1982; MacPherson et al., 1984; Benzodiazepin group, 1993; Beylich et al., 1994; Levielle et al., 1994; Koepsell et al., 1994; Marottoli et al., 1994; Hemmelgarn et al., 1997; Neutel, 1998; McGwin et al., 2000; Longo et al., 2000; Longo et al., 2001; Mathijssen et al., 2002; Vernon, 2002);

Doenças renais (Ysander, 1965, McGwin et al., 2000).

O significado das doenças e deficiências com relação ao número total de acidentes na Noruega

As figuras apresentadas indicam em que grau as diferentes doenças e deficiências influenciam o risco de acidente para cada condutor afetado. O significado destas doenças e deficiências com relação ao número total de acidentes de tráfego é determinado pela *predominância* de cada doença, ou seja, quantos condutores sofrem das diferentes doenças e deficiências. Uma doença que aumenta o risco em, por exemplo, 50%, terá uma maior relevância no número de acidentes se 20% dos condutores a tiverem doença, diferente de se 5% a tiverem.

Não há nenhuma estatística que aponta qual a porcentagem de condutores que sofrem das diferentes doenças e deficiências acima. Para algumas das doenças e deficiências, pode-se, entretanto, dar uma estimativa da ocorrência entre os condutores de veículos de passeio. A tabela 6.2.4 mostra essas estimativas para uma parte das doenças e deficiências.

Os números para deficiência auditiva, mobilidade reduzida, doença do coração e transtorno psíquico foram levantados da tabela 6.2.1 acima e ajustados estimativamente para baixo, para considerar que a porcentagem da população que tem carteira nacional de habilitação é menor do que 100%, especialmente nos grupos de idade em que as diferentes doenças ocorrem com mais frequência.

Quando o risco relativo e a exposição de uma dada condição de saúde X são conhecidos, podem ser calculados quantos acidentes poderiam ter sido evitados, se os condutores com a condição de saúde X fossem removidos do tráfego (Elvik, 2000). Com base nos números das tabelas 6.2.2 e 6.2.4, é possível estimar que o número de acidentes de tráfego na teoria pode ser reduzido: em 0,39% ao remover do tráfego condutores com problemas na acuidade visual; em 0,38% ao remover do tráfego condutores com problemas na acuidade auditiva; em

TABELA 6.2.4: ESTIMATIVA NA DIFUSÃO DE DIFERENTES DOENÇAS E DEFICIÊNCIAS ENTRE OS CONDUTORES DE VEÍCULOS DE PASSEIO.

Tipos de deficiência	Fonte	Taxa de condutores
Deficiência na visão	Stensholt, Bergsaker e Skog, 1992	3%
Deficiência na audição	Escrit. Central de Estatística, 1996	2%
Mobilidade reduzida	Escrit. Central de Estatística, 1996	10%
Doença do coração	Escrit. Central de Estatística, 1996	10%
Doença psíquica	Escrit. Central de Estatística, 1996	5%
Demência	Brækhus, 1996	0,2%

1,67% ao remover do tráfego condutores com mobilidade reduzida; em 2,25%, ao remover do tráfego condutores com doença do coração e em 3,47% ao remover do tráfego condutores com doenças psíquicas. No total, seriam 8,16%. Entretanto, é quase correto somar estes números, tendo em vista que uma parcela dos condutores tem várias das doenças simultâneas (visão e mobilidade reduzidas e demência, por exemplo).

Os cálculos pressupõem que os condutores portadores de diferentes doenças utilizam o veículo tanto quanto os demais condutores. Na medida em que os condutores, portadores de doenças e deficiências diminuem a utilização do veículo, os cálculos superestimam o potencial de redução de acidentes, ao remover do tráfego condutores portadores de doenças e deficiências.

Impactos da avaliação médica no número de acidentes

Foi encontrada apenas uma pesquisa que tentou medir os impactos nos acidentes por meio da avaliação médica de condutores (Popkin e Stewart, 1992). A pesquisa é da Carolina do Norte, EUA, e compara o número de acidentes por condutores e ano, antes e após a realização do check-up médico. Os resultados da pesquisa estão resumidos na tabela 6.2.5. Os

condutores que realizaram os checkups médicos são comparados com condutores com saúde normal do mesmo gênero, idade e origem étnica.

A tabela 6.2.5 mostra que o grupo de condutores que realizou a avaliação médica anteriormente teve significativamente mais acidentes que o grupo de condutores que não porta nenhuma doença. Essa avaliação médica é realizada na Carolina do Norte quando um condutor, com base no registro de acidentes oficial (que mantém informações sobre o histórico de acidentes dos condutores), se envolve em vários acidentes incomuns e, por isso, suspeita-se que seja devido a problemas de saúde. O motivo mais comum para a avaliação médica é a suspeita de alcoolismo. Os condutores deste grupo não são apresentados na tabela 6.2.5.

Determina-se, por meio da avaliação médica, qual doença o condutor possui. São prescritos o tratamento e os medicamentos necessários. Além do mais, o médico aconselha sobre como o condutor deve adaptar a direção veicular à doença. Em alguns casos, também são solicitadas restrições na carteira nacional de habilitação. A tabela 6.2.5 mostra que o número de acidentes por condutor e ano diminuiu em todos os grupos de doença após a avaliação médica. Entretanto, esta redução deve-se, total ou parcialmente, aos efeitos de regressão, dada a maneira em que os condutores são selecionados. Popkin e

TABELA 6.2.5: MODIFICAÇÕES NO NÚMERO DE ACIDENTES POR CONDUTOR POR ANO ANTES E DEPOIS DA AVALIAÇÃO MÉDICA DE CONDUTORES NA CAROLINA DO NORTE, EUA, DISTRIBUÍDOS POR DIFERENTES DOENÇAS. FONTE: POPKIN E STEWART, 1992.

Grupos de doença	Número de condutores	Acidentes por condutor por ano		
		Antes da avaliação médica	Depois da avaliação médica	Condutores sem doenças
Doenças cardíacas	1274	0,069	0,048	0,044
Derrame, desmaio, ataque	1035	0,218	0,088	0,058
Doenças somáticas	289	0,166	0,074	0,054
Deficiências da visão	263	0,090	0,038	0,052
Doenças mentais	265	0,119	0,072	0,062

Stewart (1992) não tentam calcular quão amplo é o efeito de regressão e, por conta disso, não podem constatar qual amplitude da redução de acidentes que se deve ao efeito de regressão e qual se deve à avaliação médica.

Empiricamente, os efeitos de regressão nesse tipo de dados são muito grandes (Weber, 1972; Hauer e Persaud, 1983). O efeito de regressão é calculado com base nas explicações fornecidas por Hauer e Persaud (1983). O número esperado de acidentes com condutores sem a avaliação médica é calculado para os diferentes grupos e comparado com o número de acidentes registrados depois da avaliação. O número esperado de acidentes por condutor e ano sem a avaliação médica é 0,060 para doença cardíaca (na verdade, 0,048), 0,082 para derrame e desmaio (na verdade, 0,088), 0,074 para doenças somáticas (na verdade, 0,074), 0,063 para debilitação na acuidade visual (na verdade, 0,038) e 0,067 para debilitações mentais (na verdade, 0,072). Na maioria dos grupos, a queda no número de acidentes depois da avaliação médica não foi maior que ela em sua totalidade, o que pode ser explicado pelo efeito de regressão. Considerando-se todos os grupos de doenças, o número anual de acidentes cairia em cerca de 6% depois do exame médico (o total esperado de 434 acidentes durante dois anos cairia para 407).

Impacto na mobilidade

Os requisitos de saúde para o condutor têm dois tipos de impactos na mobilidade. Um deles é restringir a mobilidade, ou seja, reduzir as possibilidades de os condutores viajarem ao retirar-se seu direito de dirigir um veículo devido à saúde debilitada. Essas pessoas devem substituir a necessidade de deslocamento por outra que não inclua dirigir veículos.

O outro impacto possível diz respeito ao escoamento do tráfego. Um possível efeito desse tipo é provável entre os condutores mais velhos e está especialmente associado a eles. A demência pela idade pode reduzir a capacidade de orientação. Um estudo norte-americano (Kaszniak, Keyl e Albert, 1991) apontou que 81% dos condutores com demência às vezes se perdiam. Os condutores com demência também podem cometer erros graves, como dirigir nos canteiros centrais das rodovias. Esse comportamento cria situações perigosas e pode prejudicar a fluidez. Os impactos reais não foram quantificados.

Impacto no meio ambiente

Não foi documentado nenhum efeito no meio ambiente por conta das exigências de saúde dos condutores.

Custos

Os custos diretos para as exigências de saúde dos condutores estão interligados às avaliações médicas, que devem ser realizadas para assegurar que os condutores satisfaçam as exigências de saúde.

Avaliações de custo-benefício

Os custos diretos do sistema de avaliação médica dos condutores correspondem aos custos de cerca de 5 acidentes com vítimas notificados pela polícia por ano. Não se sabe quantos condutores anualmente perdem a carteira nacional de habilitação ou quantos condutores têm a carteira de habilitação recolhida porque não atingem as exigências da avaliação médica para a direção veicular. Não se pode excluir que o número é grande o bastante para que impeça 5 acidentes com vítimas por ano.

Está documentado que uma parcela dos condutores que deve utilizar óculos ou lentes de contato enquanto dirige não o faz e, com isso, tem uma visão inferior do que a visão corrigida (Stensholt, Bergsaker e Skog, 1992). Há ainda em torno de 3% dos condutores que não atingem a acuidade visual exigida para a direção. Com uma visão corrigida, esta taxa pode ser reduzida a 0%. A única exigência é de que o condutor vá a um oftalmologista e compre óculos ou lentes de contato, que possibilitam a correção otimizada da visão.

Se o custo para isso é definido como NOK 2.000 para cada condutor (calculado por baixo, pois a correção mais sofisticada da visão, com óculos bifocais, por exemplo, é mais cara), os custos totalizariam cerca de NOK 160 milhões (despesa única). O número de acidentes com vítimas evitados com base nos números acima pode ser estimado em torno de 35 (que é 0,39% dos acidentes; compare com a tabela 6.2.5). Os custos poupados com acidentes são de cerca de NOK 80 milhões. Isso significa que o benefício na forma de poucos acidentes ao melhorar a acuidade visual dos condutores que possuem algum tipo de dificuldade visual não é grande o suficiente para justificar o custo disso. Entretanto,

uma visão corrigida também aumenta o conforto ao dirigir.

O número médio anual de acidentes, incluindo danos materiais, por condutor e por ano na Noruega é aproximadamente 0,09 (255.000 vítimas distribuídas em 2.720.000 condutores (Norges forsikringsforbund, 1995)). Uma redução de 6% neste número como consequência da avaliação médica (ver tabela 6.2.5) corresponde a 0,0054 acidente evitado por condutor e por ano, do qual se totaliza em torno de 0,0003 acidente com vítimas e cerca de 0,0051 acidente com danos materiais. Poupa-se cerca de NOK 675 por condutor por ano. A avaliação médica anual, que tem um custo menor por condutor e por ano, conseqüentemente, é vantajosa socioeconomicamente.

Na prática, não se pode contar com um alcance de 6% de redução no número de acidentes para todos os condutores, porque a maioria dos condutores certamente não possui problemas e saúde significativos, que levem a um risco de acidentes. De acordo com a tabela 6.2.4, apenas cerca de no máximo 30% dos condutores têm problemas de saúde que podem aumentar o risco de acidentes. Os números para diferentes tipos de doenças se encontram somados. O que não está totalmente correto, tendo em vista que alguns têm várias destas doenças ao mesmo tempo.

No projeto IMMORTAL da União Europeia devem ser realizadas análises de custo-benefício da exigência da avaliação médica para condutores. Em sua grande maioria, as regras sobre saúde hoje em dia são concebidas de maneira que, se o condutor não cumprir todas essas exigências, a carteira nacional de habilitação em questão é negada. A pergunta que a análise de custo-benefício dessas regras pretende responder é se o benefício para a comunidade, ao negar a carteira de habilitação para o condutor com problemas de saúde, é maior do que a perda do benefício que causaria a esses condutores por não poderem dirigir. Para poder responder a essa pergunta, deve-se calcular o benefício de dirigir um veículo (lucro embutido por um ano de direção). É difícil, mas os cálculos provisórios indicam que o benefício de dirigir um veículo é tão grande que a causa de uma perda líquida de benefício para a comunidade, ao negar a carteira de habilitação para condutores que têm um alto risco, é 6 vezes maior do que a média. Não se considera que nenhum desses problemas de saúde descritos acima aumente o risco

em seis vezes. Os cálculos provisórios podem, por conta disso, indicar que regulamentar esses problemas de saúde e negar a carteira de habilitação acarretam uma perda líquida de benefício para a comunidade. No geral, as análises provisórias no IMMORTAL indicam que, partindo-se puramente do ponto de vista socioeconômico, não é vantajoso fazer qualquer tipo de exigência de saúde aos condutores.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Para obter a carteira nacional de habilitação de veículos motorizados, são impostas certas exigências relacionadas à acuidade visual, auditiva, à saúde e à mobilidade. Estas exigências resultam do Anexo 1 da Norma da Carteira Nacional de Habilitação. As exigências de saúde são comuns na UE/EEE e são reguladas na forma de diretrizes.

Requisitos e procedimentos formais

Mesmo que a Direção Geral Viária seja responsável pela regulamentação referente à carteira nacional de habilitação, o anexo é administrado com as exigências de saúde da Diretoria Geral de Saúde Pública. A Diretoria Geral de Saúde Pública é um órgão para questões de saúde tratadas junto ao pessoal do município (médico do município). Ela divulga as diretrizes complementares. Para fornecer suporte aos médicos no trabalho com as questões da carteira nacional de habilitação, a Diretoria Geral de Saúde Pública criou uma orientação chamada IS-1437. Também foram criadas diretrizes para o pessoal do município para tratar das questões da carteira nacional de habilitação, a IS-1348 (ver www.helsedirektoratet.no).

Responsabilidade pela execução da medida

Há diferentes exigências para a saúde para as diferentes categorias de habilitação, isto é, para veículos leves e pesados. Uma declaração própria sobre a saúde pode ser suficiente para as categorias de carteira de habilitação de veículos mais leves. Se o solicitante sofrer de uma doença ou quiser carteira de habilitação para veículos pesados, ele terá que apresentar a avaliação médica em um formulário especial.

6.3 EXIGÊNCIAS DE CONHECIMENTO TEÓRICO E HABILIDADES

Capítulo revisado parcialmente em 2011 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Conhecimentos e habilidades mínimas são necessários para se dirigir veículos automotores de maneira segura. Se as autoridades não impuserem certas exigências mínimas em relação aos conhecimentos e habilidades do condutor para obter a carteira nacional de habilitação, esses requisitos variarão muito. As exigências mínimas em relação aos conhecimentos e habilidades dos condutores impedirão que pessoas incapacitadas de dirigir um veículo motorizado, por desconhecimento ou falta de habilidade, obtenham a carteira de habilitação. Elas representam uma diretriz para os candidatos à carteira nacional de habilitação, autoescolas e demais órgãos em relação ao que é necessário para ser aprovado no exame de direção. Há diferentes tipos de cursos e instruções que assegurarão o cumprimento das exigências mínimas pelo condutor.

A exigência dos conhecimentos e habilidades dos condutores impedirá que eles se envolvam em acidentes devido à falta de competências básicas. Outra finalidade destas exigências é estimular a mobilidade ao impor obrigatoriedades mínimas em relação à adaptação do condutor ao tráfego.

Descrição da medida

As exigências relacionadas aos conhecimentos e habilidades dos condutores na Noruega compreendem, entre outras coisas, o conhecimento de como, por exemplo, o cansaço, a idade, o uso de drogas e as doenças afetam o comportamento e o desempenho na direção; conhecimentos sobre o veículo (como identificar se os freios, pneus, aro, direção, luz e equipamentos de segurança estão de acordo com as normas); conhecimento em relação a causas dos acidentes de trânsito; conhecimentos da via e do ambiente do tráfego (incluindo regras e sinalização de trânsito). As exigências para as habilidades básicas de direção compreendem, entre outras coisas, habilidades técnicas na direção, conhecimento sobre comportamento correto em cruzamentos e quando ultrapassar, avaliação da velocidade e dis-

tância, direção e utilização correta do sistema de iluminação do veículo.

A aprendizagem de habilidades especiais na direção compreende, entre outras coisas, o curso de direção, o curso de direção em pistas escorregadias e o curso para condutores idosos. O curso para condutores infratores é descrito no capítulo 8.6. O curso de direção em pista escorregadia e o curso de direção noturna têm como objetivo deixar os condutores mais atentos quanto aos riscos de dirigir em pistas escorregadias ou escuras. A maioria dos cursos deste tipo, que foram pesquisados nos estudos empíricos, tem também como finalidade transmitir habilidades de direção em situações críticas, como, por exemplo, manobras evasivas em pistas escorregadias e curvas. As aulas para condutores idosos é, por regra, optativa e tem como finalidade melhorar as habilidades de direção básicas do condutor. Estes cursos se baseiam na hipótese de que as habilidades de direção diminuem a partir dos 65 anos de idade aproximadamente.

Impacto sobre os acidentes

Os impactos no número de acidentes foram pesquisados tanto para as exigências concretas aos condutores quanto para as medidas de aprendizagem específicas.

Exigência para conhecimentos e habilidades

A relação entre conhecimentos teóricos do condutor e envolvimento em acidentes foi pesquisada por:

Waller e Goo, 1969 (EUA);
Wallace e Crancer, 1971 (EUA);
Hoinville, Berthoud e Mackie, 1972 (Reino Unido);
Pedersen e Christensen, 1973 (Noruega);
Raymond e Tatum, 1977 (Reino Unido);
Dreyer e Janke, 1979 (EUA);
Stoke, 1980 (EUA);
Strang, Deutsch, James e Manders, 1982 (Austrália).

O principal dado encontrado é que não há uma relação estatística clara entre diferentes indicadores de habilidades do condutor e envolvimento em acidentes.

Uma pesquisa britânica mais antiga estudou a relação entre o conhecimento teórico e o risco de acidentes entre motociclistas (Raymond e Tatum,

1977). A pesquisa apontou que, entre os condutores que receberam uma aprendizagem formal, não havia nenhuma relação entre os conhecimentos e o risco de acidentes. Entre os condutores que não receberam a aprendizagem formal, entretanto, havia uma relação positiva entre conhecimentos e acidentes. Quer dizer que quanto melhor o conhecimento dos condutores, maior também era o número de acidentes. Isso pode indicar que o modo como os conhecimentos são adquiridos e talvez como são utilizados tem importância nos acidentes.

Os condutores com dificuldades em aprendizagem podem ter maior risco de acidentes que os demais condutores. Uma pesquisa americana (Waller e Hall, 1980) descobriu que os condutores que escolheram realizar uma prova teórica oral para o exame de conhecimento teórico tiveram 20% mais acidentes (por condutor) do que aqueles que realizaram a prova teórica escrita regular.

No conjunto, as pesquisas existentes sobre a relação entre os conhecimentos do condutor e seu risco em acidentes não fornecem nenhuma base para conclusões evidentes. A maioria das pesquisas é antiga e fraca metodologicamente. Não são sempre evidentes quais conhecimentos foram pesquisados. Antigamente a aprendizagem teórica para o exame de direção em sua grande parte consistia em decorar placas e regras de trânsito. Hoje em dia, atribui-se importância na compreensão dos riscos e dos limites do ser humano como usuário. Não há pesquisas que mostrem qual a importância, por exemplo, de uma compreensão mais aprimorada dos riscos em relação aos acidentes dos condutores.

Aprendizagem em habilidades específicas

Há uma série de pesquisas de como o treinamento em habilidades de direção específicas tem efeito no risco de acidentes para o condutor. Diversos tipos de habilidades foram pesquisados. A tabela 6.3.1 sintetiza os resultados com base nas seguintes pesquisas:

Williams e O'Neill, 1974 (EUA); McKnight, Simone e Weidman, 1982 (EUA); Eriksson, 1983 (Suécia); Hess og Born, 1987 (Suíça); Glad, 1988 (Noruega); Keskinen, Hatakka, Katila e Laapotti, 1992 (Finlândia); Moe, 1992 (Noruega); Siegrist e Ramseier, 1992 (Suíça); Janke, 1994 (EUA); Berube, 1995 (EUA); Christensen e Glad, 1996 (Noruega) e Ulleberg, 2006 (Noruega).

O curso de direção em pista escorregadia parece levar a um aumento no número de acidentes. O aumento é menor para condutores de veículos de passeio e maior para ambulâncias. A explicação provável é de que estes cursos podem dar aos condutores uma confiança irreal das próprias habilidades e da possibilidade de evitar acidentes diante de condições difíceis de dirigibilidade. Pensa-se que isso leva a um comportamento de direção menos cauteloso. Na Noruega o conteúdo do curso de direção em pistas escorregadias para veículos de passeio foi modificado após a realização da pesquisa de Glad (1988). Agora dá-se mais importância para ensinar

TABELA 6.3.1: IMPACTOS DAS HABILIDADES E DO TREINAMENTO DE HABILIDADES DO CONDUTOR SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES POR CONDUTOR.

Gravidade do acidente	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes ocorridos	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Curso de direção em pista escorregadia			
Não especificada	Acidentes com veículos de passeio em pista escorregadia	+12	(+7; +18)
Não especificada	Acidentes com ambulâncias em pista escorregadia	+45	(-35; +220)
Não especificada	Acidentes com veículos pesados em pista escorregadia	+22	(+9; +36)
Curso de direção noturna para condutores de veículos de passeio			
Não especificado	Acidentes no escuro	+11	(+4; +20)
Curso para condutores idosos			
Não especificado	Acidentes com condutores idosos	-1	(-5; +1)
Condutores que dirigem veículos esportivos vs outros condutores			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-48	(-69; +48)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	-37	(-49; -23)

aos condutores que as pistas escorregadias podem proporcionar perigos com os quais os condutores não conseguem lidar, ao invés de dar importância em como dominar situações de perigo. Os impactos do novo curso de direção em pistas escorregadias sobre o número de acidentes não foram pesquisados até o momento.

O curso de direção noturna não parece aumentar o número de acidentes por condutor. Glad (1988) descobriu que o curso de direção no escuro na fase 2 da aprendizagem reduziu o número de acidentes no escuro por condutor em 37% (-70%; -4%). Este impacto ocorreu apenas entre homens e para os dois primeiros anos após o curso. Os resultados correspondentes não foram encontrados para o curso de direção no escuro na fase 1 da aprendizagem. Este resultado é comentado no relatório como segue (Glad, 1988, pg. 36): “É de se estranhar que (a redução em acidentes) parece ser aplicável somente para condutores do sexo masculino. É também de certa forma estranho que o curso deveria obter o impacto desejado na realização da fase 2, mas não na realização da fase 1”. Isso indica que os homens dirigem com uma margem de segurança menor do que as mulheres. Por causa disso, eles têm maiores potenciais de aumento de segurança quando dirigem mais cautelosamente. Isso pode ser uma explicação para o curso de direção no escuro ter tido efeito na redução de acidentes apenas entre os homens.

O curso para condutores idosos não parece influenciar o número de acidentes com estes condutores quando se observa o efeito somado que se refere a todos os tipos de cursos. O curso norueguês Conductor 65+, avaliado por Ulleberg (2006), demonstrou uma redução no risco de acidentes entre os seus participantes em torno de 22 a 35%. O impacto não é significativo estatisticamente.

Condutores de veículos esportivos que dirigem veículos esportivos têm melhores habilidades de direção do que a maioria dos demais condutores habilitados. Os resultados mostram indiretamente a importância das habilidades na direção. O número total de acidentes por condutor é em média 23% maior entre os condutores de carros esportivos do que entre os outros condutores. Na pesquisa norte-americana, não foram propostos esclarecimentos quanto à distância de percurso do condutor. Na pesquisa norueguesa, esses esclarecimentos foram coletados e demonstrou-se que o risco dos condutores de carros esportivos de se envolver em acidentes com vítimas por quilômetro percorrido era

48% menor do que o risco dos condutores comuns. O risco dos condutores de veículos esportivos de se envolver em acidentes com danos materiais era 37% menor do que os condutores comuns. Os condutores de veículos esportivos percorrem uma maior distância anual que os condutores comuns. Isso talvez seja uma explicação para a diferença no risco de acidentes. O risco de acidentes por quilômetro percorrido diminui quanto mais quilômetros o condutor percorrer por ano (Forsyth, Maycock e Sexton, 1995).

A maioria dos resultados não apresenta uma redução do número de acidentes devido ao treinamento em habilidades especiais na direção veicular. Há uma tendência para o contrário. A partir disso, não se pode concluir que as habilidades de direção sejam contrárias à segurança do tráfego. A explicação dos resultados acima provavelmente é devido ao modo como um condutor escolhe utilizar suas habilidades no tráfego. Um condutor que sabe que tem boas habilidades em uma ou outra área pode ficar tentado a escolher um comportamento de direção menos cauteloso do que um condutor que é mais inseguro quanto às suas próprias habilidades. O desafio profissional daqueles que trabalham com o ensino em autoescolas é consequentemente oferecer um treinamento das habilidades com esse conteúdo e de tal forma que evite passar para os condutores uma percepção irreal de suas habilidades.

Impacto na mobilidade

Não há evidências sobre os impactos na mobilidade advindos de alguma exigência de conhecimento e de habilidades dos condutores. Uma das exigências impostas aos condutores é de que eles deverão dirigir de uma maneira que não interfira de maneira desnecessária no outro no tráfego.

Impacto no meio ambiente

Não há impactos diretos no meio ambiente das exigências atuais de conhecimentos teóricos e habilidades dos condutores.

Custos

Os custos diretos interligados à imposição das exigências relacionadas aos conhecimentos e habilidades dos condutores são pequenos. As exigências

podem indiretamente acarretar custos, pois a aprendizagem é parte necessária para o cumprimento das exigências. Os custos da aprendizagem são tratados em capítulos específicos.

Avaliações de custo-benefício

Não há apreciações de custo-benefício das exigências impostas relacionadas às habilidades e conhecimentos do condutor. Não é possível calcular o valor do custo-benefício destas exigências sem abordar os custos para a aprendizagem, que é necessária para o cumprimento das obrigatoriedades citadas. Os custos e benefícios do treinamento são tratados nos capítulos 6.4, 6.5, 6.7 e 6.8.

Responsabilidades e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

São as autoridades de trânsito, principalmente o Ministério dos Transportes e a Direção Geral de Viação, que determinam quais exigências serão impostas com relação à competência do condutor na Noruega. A iniciativa das modificações destas exigências pode ser realizada por estas autoridades, autoescolas, políticos, entre outros.

Requisitos e procedimentos formais

As exigências em relação à competência do condutor é resultado da Lei de tráfego e da regulamentação sobre o processo de aprendizagem e os exames. O objetivo e o conteúdo da aprendizagem são determinados na regulamentação. A aprendizagem contribuirá para formar condutores responsáveis. Uma parcela da aprendizagem é obrigatória e somente pode ser ministrada em autoescola autorizada.

Em concordância com as exigências da norma, a Direção Geral Viária desenvolveu conteúdo para categorias específicas de carteira nacional de habilitação (M146, M 147, A1, A, B, BE, C1, C1E, C, CE, D1, D1E, D, DE, T e S). Os planos de ensino indicam como as autoescolas conduzirão a aprendizagem.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega supervisiona as autoescolas para

que cumpram as exigências de ensino determinadas. No exame prático, fiscaliza-se se o condutor tem as habilidades e conhecimentos necessários para obter a carteira nacional de habilitação.

6.4 FORMAÇÃO BÁSICA DE CONDUTORES

Capítulo revisado em 2011 por Astrid Amundsen (TØI)

Problema e finalidades

A direção segura exige, entre outras coisas, bons conhecimentos, habilidades e compreensão dos riscos. Estas aptidões são treinadas por meio de avaliações contínuas e sua utilização no tráfego. Por conta disso, os condutores com grande experiência são muito mais seguros do que aqueles com pouca experiência. Isso explica, entre outras coisas, porque os condutores jovens e inexperientes têm mais riscos de sofrer acidentes do que os outros condutores. Dados sobre exposição e acidente da Noruega apontam que os condutores de 18 e 19 anos de idade têm 4 (mulheres) e 9 (homens) vezes mais riscos do que um condutor de meia-idade e 6 (mulheres) e 17 (homens) vezes mais riscos que os condutores de 45 a 54 anos de idade (Bjørnskau, 2008).

O risco relativo de condutores jovens se envolverem em acidentes com vítimas no trânsito também foi pesquisado em uma série de países: Dinamarca (Brems e Munch, 2008), Países Baixos (SWOV, 2008), Suécia (Nilsson, 2002), EUA (Massie et al., 1997) e Austrália (Diamantopoulou et al., 1996). Os resultados destes estudos apontam que os condutores jovens entre 16 e 19 anos têm entre 5 e 17 vezes o risco dos condutores entre 45 e 65 anos e que os condutores entre 20 e 24 anos têm entre 2 e 12 vezes o risco. Uma série de estudos mais antigos de outros países apontou que os condutores jovens (entre 16 e 20 anos, na maioria dos estudos entre 18 e 19 anos) têm entre 3 e 5 vezes o risco de se envolver em acidentes com vítimas no trânsito do que os condutores de meia-idade (Noruega: Bjørnskau, 1993; Suécia: Thulin e Nilsson, 1994; Dinamarca: estatísticas da Dinamarca, 1982; Países Baixos: Poppe, 1993; Alemanha: Hautzinger e Tassaux, 1989; França: Fontaine, 1988; Grã-Bretanha: Broughton, 1988; EUA: Massie, Campbell e Williams, 1995; Canadá: Stewart e Sanderson, 1984; Nova Zelândia: Toomath e White, 1982).

Os acidentes com condutores jovens e inexperientes são, por conta disso, um grande problema em muitos países. Foram realizadas pesquisas abrangentes para resolver este problema (Marek e Sten, 1977; Summala, 1985; Jonah, 1986; Michon, 1988; Gregersen, 1995). A pergunta frequente é: Como é possível divulgar o conhecimento de que o aumento de experiência proporciona uma direção segura aos novos condutores para que o alto risco de acidentes possa ser reduzido? O processo básico de formação de condutores tem a finalidade de proporcionar aos novos condutores um menor risco de acidentes e antecipar a queda no risco de acidentes que se sucede de maneira gradual com o aumento de experiência na direção.

Descrição da medida

A formação básica de condutor pode ocorrer por meio de uma formação formal ou formação integrada de novos condutores, ou seja, de condutores que nunca dirigiram um veículo antes. A formação formal de condutor é organizada de maneira tradicional e de acordo com um plano de aprendizagem em autoescolas privadas ou públicas. A formação integrada é uma combinação organizada de formação de condutor formal (aulas/horas de direção nas autoescolas) e aulas particulares na direção com acompanhamento dos pais ou de outros responsáveis.

A formação obrigatória e formal de novos condutores foi inserida na Noruega em 1979, quando foi inserido o sistema com formação em duas fases. Partes da formação do condutor consistiam, entre outras, num curso teórico obrigatório e num curso prático de direção em pistas escorregadias. A formação sofreu várias modificações desde então, como, por exemplo, em 1989 e em 1994/95. Em 2005 foram novamente inseridas modificações na formação de condutores na Noruega. A formação de condutor hoje consiste em quatro etapas (Statens vegvesen, 2005):

Etapa 1: Fundamentos de segurança viária. O curso é obrigatório e tem 17 horas. Nele estão incluídos os cursos de primeiros socorros e de direção. Ele pode ser realizado a partir dos 15 anos. Quando o curso for cumprido, o aluno receberá uma licença para aulas práticas de direção.

Etapa 2: Conceitos básicos sobre veículos e habilidade na direção. A etapa é executada em uma autoescola ou com um instrutor particular (os pais ou condutor habilitado). Os objetivos são aprender como utilizar o veículo e a tecnologia, adquirir

conhecimentos sobre o veículo, sobre as responsabilidades na direção e sobre direção ecológica. A etapa é concluída com uma aula de instruções para avaliar se estas habilidades estão suficientemente adquiridas para se iniciar a etapa 3.

Etapa 3: No tráfego. A etapa consiste em aulas práticas de direção em uma autoescola e/ou com instrutor particular. O aluno deve ter pelo menos 16 anos. O objetivo é aprender a dirigir em situações reais variadas. No fim desta etapa será realizado um curso obrigatório de segurança viária na via. O curso dura 4 horas (das quais pelo menos 2 horas são de prática no veículo). A etapa é concluída com uma aula de instruções para avaliar se o aluno está preparado para iniciar a etapa 4.

Etapa 4: Treinamento final. Os alunos poderão dirigir de maneira responsável e harmônica com os outros grupos de condutores. Em adição às aulas de prática de direção suplementares, será realizado um curso obrigatório de segurança de 13 horas. Neste curso, pelo menos 5 horas serão aulas práticas de direção em rodovias e de ultrapassagens e pelo menos 3 horas de direção em situações variadas de trânsito.

Exame teórico. O exame contém 45 perguntas. O aluno deve acertar pelo menos 85 por cento para ser aprovado. Os candidatos têm 90 minutos para responder às perguntas.

Exame prático. De 55 a 60 minutos de direção em tráfego variado.

Impacto sobre os acidentes

Formação formal comparada com a formação integrada

Uma série de pesquisas comparou a formação formal de condutores com a formação integrada. Os resultados apresentados aqui foram construídos por meio das seguintes pesquisas:

Ferdun, Peck e Coppin, 1967 (EUA);
Skelly, 1968 (Grã-Bretanha);
McGuire, 1971 (EUA);
Harrington, 1972 (EUA);
Shaoul, 1975 (Grã-Bretanha);
Schuster, 1978 (EUA);
Dreyer e Janke, 1979 (EUA);
McKnight e Edwards, 1982 (EUA);
Strang, Deutsch, James e Manders, 1982 (Austrália)

Stock, Weaver, Ray, Brink, Sadof, 1983 (EUA);
Wynne-Jones e Hurst, 1984 (Nova Zelândia);
Lund, Williams e Zador, 1986 (EUA);
Glad, 1988 (Noruega);
Keskinen, Hatakka, Katila e Laapotti, 1992 (Finlândia);
Gregersen, 1993 (Suécia) e
Hatakka, Keskinen, Katila e Laapotti, 1996 (Finlândia).

Boa parte dos resultados varia, dependendo de quais métodos são utilizados nas pesquisas. As melhores pesquisas foram realizadas como experimentos em que os condutores são distribuídos aleatoriamente entre os que tiveram formação formal e integrada. Estas pesquisas apontam que os condutores que passaram por uma formação formal sofrem exatamente o mesmo número de acidentes por condutor (0 ±4%) que aqueles que não passaram e também sofrem 11% (+8%; +15%) mais acidentes por quilômetro rodado que os condutores que não tiveram a formação formal. Entretanto, descobriu-se uma tendência de que os condutores que passaram por uma formação formal dirigem menos do que aqueles que não receberam. Os condutores com uma distância de direção anual menor têm mais riscos do que aqueles com uma distância de direção maior. O aumento do risco de acidentes entre esses condutores pode, com isso, ser uma consequência de poucas horas de exposição na direção, e não necessariamente (apenas) da formação.

Se todos os resultados das pesquisas forem vistos em conjunto, independente da qualidade metodológica, eles demonstrarão que os condutores que passaram por uma formação formal sofrem 2% menos acidentes (-4%; 0%) por condutor que os condutores que não passaram pela formação formal e 4% (6%; -2%) menos acidentes por quilômetro rodado que os condutores sem tal formação.

Os resultados dizem respeito, de maneira ampla, ao número de acidentes por condutor ou por quilômetro rodado nos primeiros 1-2 anos após o exame prático de direção. Os resultados não indicam se a formação formal de condutores reduz o número de acidentes de novos condutores nesse período.

Características da formação formal que podem influenciar seu impacto

Os resultados apresentados acima são válidos para todos os tipos de formação de condutor formal. En-

tretanto, há uma série de características na formação formal que pode influenciar seu impacto. Estas características estão relacionadas aos objetivos da formação (conhecimentos, habilidades, nível de risco, etc.), às habilidades de ensino e aprendizagem entre alunos e professores, aos conteúdos do curso e à metodologia. Com base na pesquisa mencionada acima, não é possível dizer algo sobre o peso de todas estas características no impacto da formação formal de condutor. As características sobre as quais se pode dizer algo hoje dia são as seguintes, relacionadas às aulas práticas de direção durante a formação (horas de direção):

- Escopo da formação (número de horas)
- Conteúdo da formação (quais habilidades concretas são importantes no treinamento),
- Método da formação (formação em simulador/ aulas práticas em áreas reservadas/tráfego real/ formação integrada).

Escopo. Uma parte das pesquisas mencionadas acima indica o número de horas de aulas práticas na direção que os alunos tiveram na formação formal. A figura 6.4.1 mostra a relação estimada entre o número de horas de prática na direção e o impacto da formação formal sob o risco de acidentes do condutor por quilômetro rodado. Entretanto, os resultados de cada estudo variam parcialmente na linha apresentada na figura 6.4.1 ($R^2 = .482$).

Quanto mais horas de aula prática de direção houver na formação formal, mais aumenta o risco de acidentes por quilômetro rodado. É um resultado inesperado, uma vez que seria de se esperar que o aumento da quantidade de treinamento reduziria o risco de acidentes. Os resultados na figura 6.4.1 são formados principalmente nas pesquisas experimentais. Por conta disso, não é possível explicar o resultado inesperado de que haveria alunos com pré-condições de aprendizagem ruins que escolhem mais horas de aula prática. Nas pesquisas que dão base para a figura 6.4.1, os alunos não escolheram o número de horas de aulas práticas, mas foram distribuídos aleatoriamente em um programa de formação em que o número de horas é determinado previamente.

Conteúdo. Uma possível explicação dos resultados na figura 6.4.1 pode estar no conteúdo da formação, e não especialmente em seu número de horas. Pode haver uma interação entre a extensão da formação e o conteúdo dela. Quanto mais abrangente é a formação, mais oportunidades há para exercitar as

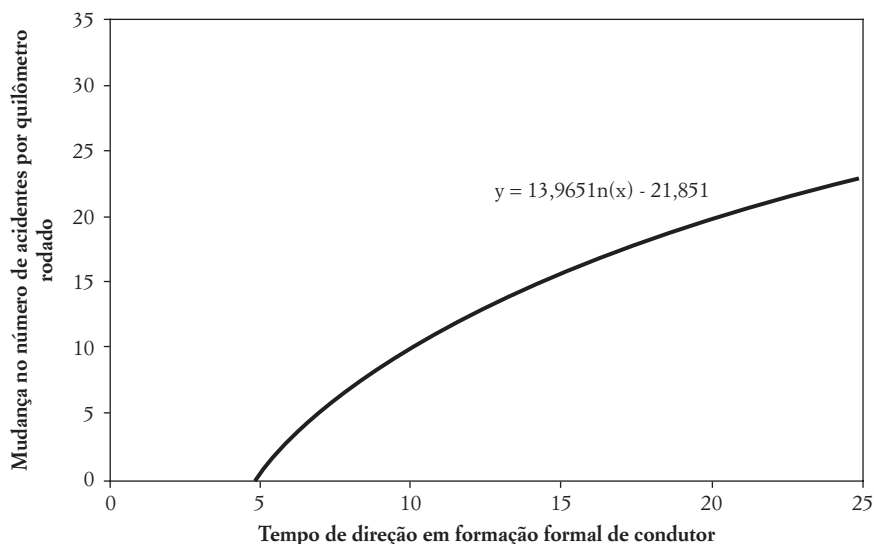


Figura 6.4.1: Relação entre as horas de aulas práticas de direção e o impacto da formação formal no risco de acidentes do condutor.

habilidades especiais na direção. O impacto da formação em habilidades específicas (direção em pistas escorregadias e direção no escuro) nos acidentes está descrito no capítulo 6.3. Com base nos resultados, conclui-se que até agora não foi descoberto um conteúdo na formação formal de condutores que pareça reduzir o número de acidentes dos novos condutores.

Método. A forma mais comum é a aula prática de direção em situação de trânsito comum. Outros métodos, porém, já foram tentados. Uma pesquisa americana antiga (Jones, 1973) apontou que não havia diferença no risco de acidentes entre condutores que realizaram as aulas práticas de direção em simulador e aqueles que as realizaram no trânsito real. Os simuladores de direção utilizados, entretanto, eram bastante simples e foram praticadas poucas horas de direção (abaixo de 10).

Duas pesquisas (Dreyer e Janke, 1979; Strang, Deutsch, James e Manders, 1982) compararam a formação realizada em áreas reservadas para prática de direção com a formação realizada no tráfego real. Uma área reservada é uma local separado do trânsito real onde um sistema viário simples é construído. Os alunos dirigem em grupos e podem ser direcionados pelo professor por meio do rádio. Uma das pesquisas (Dreyer e Janke, 1979) apontou que os condutores que tiveram formação na área reservada sofreram cerca 33% (-52%; -5%) menos acidentes por condutor do que aqueles que tiveram formação em situação de trânsito real. A outra pesquisa (Strang, Deutsch, James e Manders, 1982) apontou que os condutores que tiveram formação na área

reservada sofreram 12% (-33%; +17%) menos acidentes por quilômetro rodado do que condutores que apenas tiveram a formação integrada. Um grupo de condutores que tiveram partes da formação formal em área reservada e partes em tráfego real sofreram 15% menos acidentes (-11%; +48%) por quilômetro rodado do que aqueles que só tiveram formação informal. Nenhuma destas diferenças era confiável estatisticamente. É difícil tirar conclusões gerais com base nestas pesquisas.

Na Suécia foram pesquisados os impactos da formação integrada de condutor nos acidentes (Gregeresen, 1993, 1994). A formação de direção integrada consistia em aumentar a quantidade de horas de prática de direção dos novos condutores por meio de uma sistemática colaboração entre as autoescolas e os responsáveis pelo aluno. Não foi possível indicar nenhum impacto nos acidentes com o sistema de formação pesquisado.

Na França foi oferecida uma formação de condutor em parceria com uma seguradora de veículo no fim dos anos 80 (Heggdal, Pedersen e Conradi, 1990). Uma pesquisa dos impactos da formação do condutor em parceria com a seguradora na França nos acidentes (Belloc e Ivaldi, 1991) concluiu que a medida reduziu o risco de acidentes anuais dos participantes por quilômetro rodado em cerca de 24%. A pesquisa não considerou eventuais variáveis relacionadas à autosseleção, ou seja, que a medida considerou os condutores que já dirigiam com mais segurança. Não se pode concluir que esta variável influenciou no resultado.

Discussão e resumo

A principal impressão das pesquisas apresentadas acima é de que não é possível evidenciar que a formação formal de novos condutores reduza o número de acidentes dos condutores. Há alguns exemplos de medidas que têm números de acidentes reduzidos, entre elas o curso de direção na Noruega (Glad, 1988), a formação com aula prática em área reservada nos EUA (Dreyer e Janke, 1979) e o limite de idade de 16 anos para as aulas práticas de direção na Suécia (Gregersen, 1997). Além disso, algumas pesquisas indicam que o pacote de segurança de trânsito, que foi uma parte da formação de condutores na Noruega de 1989 até 1994, levou a menos acidentes. Estas pesquisas, entretanto, têm tantas deficiências que não se pode confiar nos resultados delas.

Outro exemplo de medidas de formação que parecem ter levado a mais acidentes que também pode ser mencionado é o curso de direção em pistas escorregadias tanto na Noruega como na Finlândia. O que estes resultados podem explicar? É possível refletir sobre uma série de explicações.

- A pesquisa não é adequada para detectar os impactos da formação do condutor: de modo geral, a qualidade metodológica da pesquisa sobre a formação de condutores não é inferior à qualidade da pesquisa sobre outras medidas de segurança viária. Ela é até melhor (Elvik, 1991, 1992). Somente nas pesquisas de metodologia inferiores que foram efetivamente encontrados os impactos da formação formal de condutores nos acidentes.
- As medidas de formação do condutor pesquisadas são inapropriadas: este argumento é discutido por Johansson (1991), que concluiu que é um absurdo. Essa conclusão é apoiada aqui. É muito mais provável que tenham sido pesquisadas as melhores medidas de formação de condutor, e não as piores. Mas “melhores” medidas de formação são consideradas aqui como aquelas que foram mais refletidas e planejadas de antemão e que são, em sua maioria, realizadas de acordo com o objetivo.
- Os acidentes não são uma medida sensível do impacto da formação do condutor: os acidentes são raros acontecimentos aleatórios influenciados por muitos outros fatores além dos conhecimentos e habilidades de cada condutor. Christensen (1992) descobriu que muitas das pesquisas apresentadas acima foram baseadas em tão poucos critérios que apenas grandes modificações no número de acidentes, como mais do que 30%, por exemplo,

poderiam ser indicadas estatisticamente. Quando os resultados são ponderados juntos estatisticamente em uma meta-análise, conforme é feito aqui, os condutores que tiveram uma formação formal tiveram 1,9% menos acidentes por condutor do que aqueles que tiveram a formação integrada (95% de intervalo de confiança: [-3,8%; +0]). Isso significa que uma diferença em 2,0% no número de acidentes por condutor teria sido significativa estatisticamente no nível de 5%. Não está certo chamar de indiferentes os resultados com esse critério de testes. Ao contrário, é raro encontrar tantas pesquisas abrangentes sobre os impactos das medidas de segurança do tráfego para que impactos tão pequenos assim possam ser demonstrados estatisticamente.

- Os alunos ajustam o comportamento de acordo com a habilidade como condutor: muitas pesquisas mostram que treinamentos de habilidades especiais levam a mais acidentes. É difícil entender que mais habilidades na direção tenham impacto negativo na segurança do trânsito. A explicação para esses resultados se encontra muito mais no modo como o condutor escolhe utilizar suas habilidades no trânsito. Um condutor que sabe que tem boas habilidades na direção pode ficar tentado a escolher um comportamento mais arriscado enquanto dirige do que aquele que é mais inseguro sobre suas próprias habilidades e, por conta disso, escolhe um comportamento mais cauteloso. Gregersen (1996) encontrou apoio para esta hipótese em um experimento com treinamento de direção em pistas escorregadias. Os condutores que aprenderam a dominar o carro em pistas escorregadias avaliaram suas próprias habilidades nessas condições como melhores que as daqueles que aprenderam que eles não poderiam dominar o carro em pistas escorregadias.

O desafio acadêmico da formação do condutor é conseguir evitar que os alunos obtenham uma confiança excessiva em suas habilidades. Por outro lado, é desejável evitar que os alunos sejam muito inseguros e duvidosos, uma vez que um condutor inseguro escolherá uma margem de segurança muito maior em muitas situações do que a maioria dos outros condutores aceitaria (Bjørnskau, 1994). Todo iniciante em uma determinada atividade é inseguro. Muitos dos treinamentos de direção veicular mais antigos, de acordo com Job (1990, pg. 98-99), buscam remover essa insegurança: “Quando se aprende a dirigir um veículo, deve-se, junto com o domínio de certas habilidades técnicas básicas, aprender a não ter medo de perigos que em muitas outras situa-

ções teriam sido inaceitáveis. ... O treinamento costumar se iniciar em vias não movimentadas, onde se dirige muito vagarosamente. Gradualmente, o novo condutor é submetido a maiores desafios e aprende que não é necessário ter medo de velocidades mais altas, distâncias mais curtas, congestionamento, etc. Quanto mais se elimina o medo de acidentes, mais perto o condutor está de adquirir as habilidades necessárias para passar no exame prático de direção. ... O treinamento das habilidades é, na realidade, somente uma eliminação sistemática do medo que surge em situações particularmente perigosas (*systematic desensitization of fear in more risky situations*)”.

Impacto na mobilidade

Não há pesquisas que apontam como a formação formal de condutor tem impacto na mobilidade. Um dos objetivos com essa formação é ensinar aos condutores boas adaptações no tráfego, ou seja, um comportamento que não atrapalhe o outro no tráfego. Na medida em que este objetivo é alcançado, a mobilidade é favorecida.

Impacto no meio ambiente

Não há pesquisas que apontam como a formação formal de condutores tem impacto na condição do meio ambiente. De acordo com o Planejamento Normal para formação de condutores na categoria B (Statens vegvesen, Vegdirektoratet, 1994), os alunos devem ter conhecimentos sobre os problemas causados ao meio ambiente pelo tráfego das vias e adquirir um comportamento que os limite. Em pequena escala é especificado de que consiste esse comportamento, que inclui, por exemplo, evitar dirigir desnecessariamente no ponto morto, evitar aceleração rápida e manter os limites da velocidade.

Custos

Os custos para a formação básica de condutores consistem dos seguintes componentes (Borger, 1992, Christensen, 1992, 1995, 1997):

- custos para as operações de autoescolas públicas;
- custos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para fiscalização das autoescolas, exames de direção e emissão de carteiras de habilitação;

- custos dos alunos para a formação formal (horas pagas na autoescola), manuais, formação informal (aulas de direção particulares), custos de viagem para a autoescola e da autoescola, custos das horas para leitura dos manuais, custos para o exame de direção.

Destes custos, as atividades das autoescolas públicas e a fiscalização das autoescolas são consideradas custos do conhecimento e habilidades. Os custos dos candidatos e da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para os exames são considerados como uma parte dos custos para esta medida, não para a formação em si.

Avaliações do custo-benefício

Não há análises do custo-benefício da formação básica de condutores da maneira como é realizada hoje na Noruega. Em 1995 os custos totais com a formação correspondiam aos custos anuais de cerca de 400 acidentes com vítimas notificados pela polícia. Em 1995 foram registrados 519 condutores de 18 e 19 anos acidentados em acidentes com vítimas notificados pela polícia. Além disso, os condutores de 18 e 19 anos se envolveram em acidentes com vítimas em que eles próprios não se machucaram. Com base nos resultados apresentados, deve ser considerado como duvidoso se a formação do condutor norueguês de hoje contribui para impedir cerca de 400 acidentes com vítimas por ano. É muito provável que o impacto apenas nos acidentes seja pequeno demais para justificar os custos com a medida.

O motivo mais importante em aprender a dirigir um veículo, no entanto, não é o desejo de evitar acidentes. A capacidade de dirigir um veículo aumenta significativamente as possibilidades de viagem do indivíduo pelas vantagens no que se refere a, por exemplo, instrução, escolha profissional, escolha da moradia ou atividades no tempo livre. Pelo benefício deste bem-estar fornecido ao indivíduo de alcançar essas atividades é que a carteira de habilitação é um bem tão valioso na sociedade de hoje. O valor deste bem-estar e dos impactos possíveis que a formação da direção pode ter para a mobilidade e para as condições do meio ambiente é muito pouco conhecido para que sejam possíveis análises de custo-benefício significativas. Este valor deve ser estimado como sendo independente das exigências que as autoridades impõem para a formação.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa de aprender a dirigir é tomada por cada aluno.

Requisitos e procedimentos formais

As determinações sobre a formação do condutor estão no Regulamento do trânsito e nas normas sobre as aulas e sobre o exame de direção. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega autoriza as autoescolas e os organizadores de cursos.

De acordo com as exigências das normas, a Direção Geral de Viação elabora manuais para a formação de condutor em cada categoria de habilitação (M146, M147, A1, A, B, BE, C1, C1E, C, CE, D1, D1E, D, DE, T e S). Os planos de aula dão as diretrizes de como as autoescolas devem realizar o treinamento.

Iniciativa para a medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega fiscaliza se as autoescolas e organizadores de cursos realizam os treinamentos de acordo com o que é determinado. Nos exames de direção verifica-se se o candidato tem as habilidades e conhecimentos necessários para obter a carteira de habilitação.

6.5 EXAME DE DIREÇÃO VEICULAR

Capítulo parcialmente revisado em 2011 por Astrid Amundsen (TØI)

Problema e finalidades

A aprendizagem tem como finalidade ideal fornecer aos novos condutores conhecimentos e habilidades necessárias para dirigir com segurança no tráfego. Mas nem todos estão altamente motivados para todas as etapas da aprendizagem. Sem uma forma de controle de como a aprendizagem funciona, na prática os novos condutores correm risco por conta de uma aquisição deficiente de conhecimentos e habilidades. Para evitar que os condutores não estejam preparados para começar a dirigir por conta de

conhecimentos e habilidades deficientes, as autoridades exigem que os novos condutores passem no exame de direção antes de receberem a carteira de habilitação.

Por meio da formulação do exame de direção, as autoridades estabelecem as exigências mínimas de conhecimentos e habilidades para todos os condutores, que devem ser cumpridas antes que eles possam dirigir veículos automotores sozinhos. O exame de direção assegurará que os novos condutores cumpram certas exigências mínimas de conhecimentos e habilidades, motivará os condutores a apropriarem-se desses conhecimentos e habilidades e, assim, evitará que condutores, especialmente os inseguros, estejam no tráfego. O exame de direção também serve como uma fiscalização para que a aprendizagem de direção formal e obrigatória seja executada segundo o propósito.

Descrição da medida

O exame de direção consiste em uma parte teórica e uma parte prática. O exame teórico é escrito e nele o candidato deverá responder a 45 perguntas em um formulário impresso. Para cada pergunta, há a possibilidade de 3 a 5 respostas, das quais pelo menos uma está correta. Uma resposta é invalidada se estiver incorreta ou se não for respondida. O candidato passará no exame se acertar no mínimo 85% dos exercícios. As perguntas não tratam apenas de conhecimentos factuais, mas também de comportamentos e avaliações de situações de tráfego.

O exame prático consiste em dirigir em um tráfego comum com um examinador de um dos postos de tráfego da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega presente no veículo. O exame prático tem a duração de mais ou menos 75 minutos, dos quais o candidato dirigirá por volta de 55 a 60 minutos sob condições variadas de tráfego e vias. Foram realizados 87.331 exames práticos de direção em 2010 na categoria B (veículos de passeio) na Noruega (Statens vegvesen, 2011a).

Impacto sobre os acidentes

O exame de direção tem como proposta fiscalizar o cumprimento dos objetivos da aprendizagem formal de direção no que se refere aos conhecimentos e habilidades do condutor. Hoje, em termos práticos, todos os que se inscrevem para a realização do

exame de direção recebem a carteira de habilitação, mesmo que por volta de 25% dos condutores sejam reprovados no exame prático de direção (classe B). A taxa de reprovação no exame teórico foi de 40 a 50% nos últimos anos (Statens vegvesen, 2011)

Os reprovados no exame de direção, mesmo após muitas tentativas, não têm a permissão de dirigir e, com isso, não se submeterão a acidentes ao conduzir um veículo. Por conta disso, não é possível comparar o risco de acidentes entre os motoristas que passaram no exame e aqueles que não passaram. As possibilidades que há para pesquisar os impactos do exame de direção sobre o número de acidentes estão ligadas às seguintes situações:

- quando foi introduzido um teste de direção onde anteriormente não havia ou quando o exame de direção existente é realizado com significativamente mais ou menos exigência, é possível comparar o número de acidentes antes e depois das mudanças;
- pela revogação do exame de direção. O teste de renovação foi revogado em 1975. Em outros países, ele também foi revogado;
- a correlação entre o número de exames registrados (condutores que passaram após a primeira, segunda, terceira, etc. tentativas) e risco de acidentes;
- relação entre a soma de pontos no exame de direção e o risco de acidentes.

Todos estes métodos têm deficiências. Os métodos 1 e 2 medem fundamentalmente os impactos da existência de um exame de direção, e não da capacidade da prova de diferenciar entre condutores seguros e perigosos. Com relação aos métodos 3 e 4, todos os condutores investigados passaram no teste de direção, mesmo com a existência de alguns condutores que talvez estivessem muito perto do limite de reprovação. Mesmo assim, não se devem necessariamente extrapolar as relações que se encontram entre os condutores que passaram no exame e os que teriam sido reprovados. Com base nesses problemas metodológicos, devem-se fazer ressalvas sobre a validade dos resultados apresentados aqui.

As pesquisas que tentaram medir os impactos do exame de direção no número de acidentes são:

Hoinville, Berthoud e Mackie, 1972; Reino Unido
Christensen, Glad e Pedersen, 1974; Noruega
Stoke, 1980; EUA
McKnight e Edwards, 1982; EUA

Kelsey e Janke, 1983; EUA
Stock, Weaver, Ray, Brink e Sadof, 1983; EUA
Kelsey, Janke, Peck e Ratz, 1985; EUA
Janke, 1990; EUA
Lyles, Narupiti, Johar, 1995; EUA e
Hagge e Romanowicz, 1996; EUA.

Exame teórico: todas as pesquisas dos exames teóricos foram realizadas como experimentos. Com base nela, o impacto de um exame teórico no risco do condutor de se envolver em acidentes pode ser estimado até exatamente 0 (-1%; +1%); isso quer dizer que os condutores que realizam o exame teórico têm de forma exata o mesmo risco de acidentes que os condutores que não realizam o exame teórico. Não se sabe se os condutores tiveram a mesma aprendizagem antes do exame de direção.

Exames práticos: as pesquisas sobre os exames práticos são mais heterogêneas. Uma pesquisa americana (Stock, Weaver, Ray, Brink e Sadof, 1983) apontou que os condutores que passaram no exame final da aprendizagem formal tinham 7% menor risco de causar acidentes que os condutores que foram reprovados neste exame (30% dos condutores foram reprovados no exame de direção).

Hoinville, Berthoud e Mackie (1972) pesquisaram o risco de acidentes entre os condutores que se inscreveram como voluntários em um teste prático de direção avançado, para serem admitidos e tornarem-se membros do Institute of Advanced Motorists. Os condutores foram divididos em quatro grupos com base no resultado do exame:

1. condutores que passaram no exame na primeira tentativa;
2. condutores que foram reprovados no primeiro exame e depois foram aprovados;
3. condutores que foram reprovados, mas mesmo assim dirigiram bem; e
4. condutores que foram reprovados e dirigiram mal.

Os condutores que passaram no exame (grupos 1 e 2 = 58% dos condutores) tiveram 25% menos risco de causar acidentes que os condutores que foram reprovados (grupos 3 e 4 = 42% dos condutores). Foram realizados questionamentos de qual foi o desempenho deles no teste de direção tradicional, em que todos passaram. Observou-se que os condutores que foram reprovados pelo menos uma vez no teste de direção tradicional antes de serem aprovados (25%) não tinham mais acidentes que os condu-

tores que passaram no teste de direção tradicional na primeira tentativa.

Na pesquisa de Hoinville et al. (1972), podem-se definir três diferentes limites com relação à reprovação no teste de direção avançado. Podem-se considerar os condutores dos grupos 2-4 como reprovados, os condutores dos grupos 3 e 4 como reprovados ou apenas os condutores do grupo 4 como reprovados. A taxa de reprovação entre os condutores estudados varia de 22% até 54%, dependendo de o quão rígida é a base do julgamento. Com os resultados interpretados por Hoinville et al. (1972) com relação ao teste de direção tradicional na Grã-Bretanha e os resultados da pesquisa de Stock et al. (1983), obtém-se a base para realizar um estudo da relação entre a taxa de reprovação no exame prático e a diferença no risco entre os condutores que passaram no exame e os que foram reprovados.

Quanto maior a taxa de reprovação no exame prático, maior é a diferença no risco de acidentes entre os condutores que passam e que são reprovados nos respectivos exames. Isso pode ser interpretado como um indício para que um exame prático difícil separe mais claramente os condutores seguros e perigosos do que um exame prático mais fácil. Essa relação é comprovada por uma pesquisa britânica (Fazakerley e Downing, 1980), que apontou que, quanto mais longo for o exame prático, mais os aprendizes cometem erros decisivos. Um erro decisivo é aquele que leva à reprovação. A pesquisa apontou que 18% dos candidatos cometeram um erro decisivo após 30 minutos. Após 90 minutos, a taxa aumentou para 41%.

Teste de direção profissional facultativo: uma segunda pesquisa norte-americana (Lyles, Narupiti e Johar, 1995) comparou o número de acidentes por condutor para aqueles que passaram ou foram reprovados no teste de direção profissional facultativo (Commercial Driving License Test) para veículos pesados. A pesquisa apontou que aqueles que passaram no exame tinham 11% (-12%; -10%) menos acidentes por condutor do que aqueles que foram reprovados. Não foram fornecidos esclarecimentos quanto à distância do percurso. Também não ficou esclarecido se o exame foi teórico, prático ou os dois. Não ficou claro se a explicação sobre os acidentes eram válidas antes ou após a realização do exame. Uma vez que o exame é facultativo, pode haver diferenças sistemáticas entre aqueles que se inscrevem e aqueles que não se inscrevem. Essas diferenças eventuais não foram observadas na pesquisa.

Exames teóricos e práticos mais rígidos: uma terceira pesquisa norte-americana (Hagge e Romanowicz, 1996) investigou os impactos de um exame de direção mais rígido, tanto o teórico quanto o prático, nos condutores de veículos pesados na Califórnia. O número de acidentes com vítimas aumentou em 5% (+4%; +6%) depois de inserido o exame de direção mais rígido. É incerto o porquê desse aumento.

Revogação do exame de renovação na Noruega: com base em um abrangente estudo de bibliografia (Christensen, Glad e Pedersen, 1974), o exame de renovação foi revogado na Noruega em 1975. A regra era de que a carteira de habilitação tinha de ser renovada a cada dez anos e com mais frequência em condutores idosos. O último ano em que os exames de renovação foram realizados em totalidade foi 1974 e havia 158.000 deles. Para pesquisar as possibilidades de impacto na segurança do tráfego por conta da revogação do exame de renovação, foram comparados os números de acidentes com veículos em 1974 e 1976.

Se os exames de renovação fossem significativos para a segurança, seriam esperadas modificações nos números de acidentes para os condutores com carteira de habilitação de 10 anos ou mais. A evolução de 1974 para 1976 para este grupo de condutores, entretanto, não se diferencia essencialmente da evolução de acidentes com relação a outros grupos de condutores. Por conta disso, não foram evidenciados impactos na segurança do tráfego por conta da revogação do exame de renovação na Noruega em 1975. Isso está de acordo com o que se espera com base no estudo da bibliografia (Christensen, Glad e Pedersen, 1974).

Impacto na mobilidade

Para ser aprovado no exame de direção veicular, o candidato deve demonstrar adaptação satisfatória ao tráfego. Isso significa que o candidato não deve dirigir de forma a atrapalhar o outro condutor desnecessariamente. Pode acontecer uma contribuição ao aumento da mobilidade, uma vez que os candidatos que têm deficiência na adaptação ao tráfego são reprovados.

Impacto no meio ambiente

Não foram documentados impactos nas condições do meio ambiente por conta do exame de direção veicular.

Custos

Os custos dos exames de direção são de dois tipos: (1) custos do aluguel do veículo para a realização do exame de direção e pagamento das tarifas por conta do candidato e (2) custos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para a realização dos exames de direção e a emissão da carteira de habilitação. Em princípio, as taxas cobrirão os custos da Agência em questão. Em 1º de janeiro de 2011, custava 490 coroas norueguesas para realizar a prova teórica e 860 coroas norueguesas para realizar a prova prática (categoria B). A emissão da carteira de habilitação custa 220 coroas norueguesas, junto com um pagamento da foto que custa 65 coroas (Statens vegvesen, 2011b). O empréstimo do veículo para a realização do exame (categoria B) varia, dependendo de qual veículo é alugado, mas está na faixa de 2.000-2.500 coroas norueguesas na maioria das autoescolas (em 2011).

Avaliações de custo-benefício

Não há avaliações de custo-benefício do exame de direção da maneira como é praticado na Noruega. A taxa de reprovação na categoria B em 2010 foi de um pouco menos de 25%. A maioria daqueles que são reprovados inscrevem-se novamente e passam no exame. Não se sabe o número de candidatos que se inscrevem e não obtêm a carteira de habilitação.

Os resultados das pesquisas apresentadas apontam que os reprovados no exame de direção têm cerca de 5% mais risco do que os aprovados. Entretanto, a maioria deles obtêm a carteira de habilitação na Noruega porque se inscrevem várias vezes para o exame de direção; portanto, é impossível quantificar o eventual benefício que os exames de direção na Noruega fornecem hoje para contribuir com a diminuição do risco do condutor ou manter aqueles especialmente perigosos fora do tráfego.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Aquele que deseja obter a carteira de habilitação deve solicitar um formulário padrão em um posto da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

Requisitos e procedimentos formais

As regras da solicitação de carteira de habilitação, o tratamento do requerimento e o exame de direção resultam das normas da carteira de habilitação e das normas sobre a aprendizagem de trânsito e sobre o exame de direção. O exame teórico deve ser realizado antes do exame prático. Se ocorrer a invalidação do exame teórico, ele poderá ser realizado apenas após duas semanas. Se ocorrer a invalidação do exame prático, ele poderá ser realizado novamente apenas após quatro semanas. Não há a possibilidade de fazer queixa da avaliação do examinador sobre o desempenho no exame prático de direção.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável pela execução dos exames de direção e emissão de carteiras de habilitação. Por meio do exame de direção, o candidato é considerado um condutor de veículo automotor. Os custos dos exames de direção geralmente são cobertos pelo próprio candidato. A carteira de habilitação para dirigir caminhões, ônibus e carretas é sempre coberta pela administração pública.

6.6 TREINAMENTO E TESTES DE MOTORISTAS DE CICLOMOTORES E MOTOS

Capítulo revisado em 2011 por Juned Akhtar e Ale-na Høye (TØI)

Problema e finalidades

Motoristas de ciclomotores e motociclistas têm maior risco de acidentes de lesão no tráfego do que a maioria dos outros grupos de motoristas. A figura 6.6.1 mostra o risco de lesão para motoristas e passageiros em ciclomotores, motos, bicicletas, pedestres e carros na Noruega de 1985 até 2005, expressado como número de pessoas acidentadas por milhão de passageiros-km transportados (RPK), calculado com base nos acidentes com lesão notificados à polícia (Bjørnskau, 2008).

Com relação às motos ou aos ciclomotores, o risco para pessoas em motocicletas leves ou ciclomotores foi entre 6 a 9 vezes maior que o risco para as pessoas em automóveis a partir de 1990. O risco para

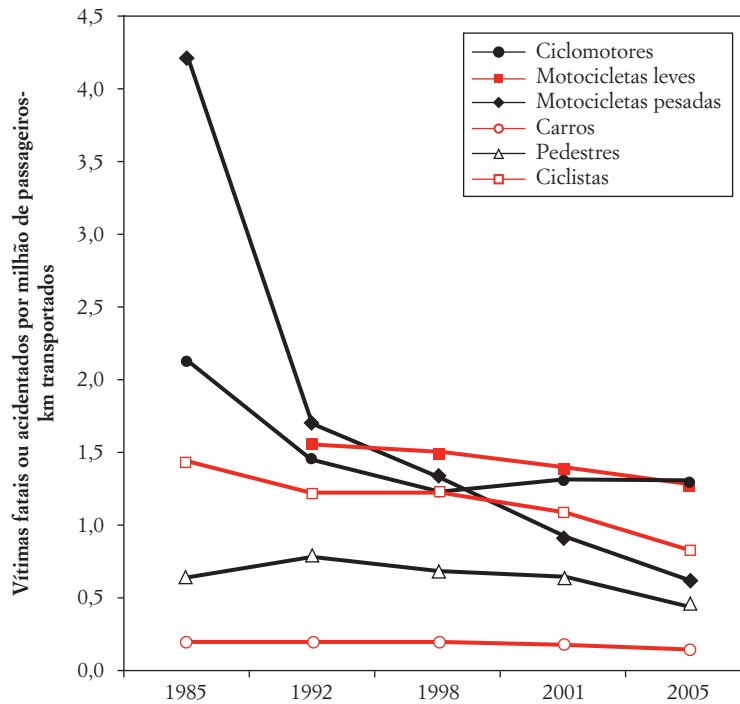


Figura 6.6.1: Número de pessoas acidentadas ou vítimas fatais por milhão de passageiros-km transportados para diferentes grupos de motoristas (Bjørnskau, 2008).

pessoas em motocicleta pesada baixou de cerca de 9 vezes em relação ao risco do condutor de veículo de passeio em 1992 para 4 vezes em 2005. O risco de todos os três grupos baixou consideravelmente de 1985 até 1992. A principal explicação para esta significativa redução com relação às motos é de que muitos jovens dirigiam motos (pesadas) nos anos 80. Isso se tornou pouco difundido nos anos 90, por conta do aumento de taxas e dos seguros mais caros. Além disso, as motos pesadas tornaram-se mais comuns entre os motoristas de meia-idade. Grande parte da explicação para estas mudanças é que as motos gradualmente se adaptaram aos grupos etários que geralmente têm menos risco de acidentes (Bjørnskau, 2008). Com relação às motos leves, a melhora foi menos expressiva do que para motos pesadas após 1998. As mudanças de impostos em 1997 contribuíram para que fosse mais barato comprar motos leves e, por conta disso, este veículo tornou-se novamente mais comum entre os jovens (Bjørnskau, 2005).

As alterações relacionadas aos ciclomotores são mais difíceis de explicar, mas uma possível explicação no aumento do risco após 1998 seria porque houve um aumento nas vendas de lambretas, algo que acarretou um grande aumento no número de motoristas jovens e inexperientes (Bjørnskau, 2008).

A figura 6.6.2 mostra o risco relacionando motos leves, pesadas e carros em diferentes faixas etárias (Bjørnskau, 2010). O risco maior encontra-se entre motoristas de motos leves na faixa etária de 16 a 17 anos. O risco diminuiu consideravelmente com o aumento da idade.

O treinamento formal e o exame para motoristas de motos e ciclomotores têm por finalidade reduzir o risco de acidentes ao fornecer-lhes conhecimentos e habilidades para uma direção segura.

Descrição da medida

O treinamento formal é obrigatório para os motoristas de motos e ciclomotores. O treinamento ocorre de acordo com um plano de aulas determinado pela Direção Geral de Viação.

Classes de carteira de habilitação

São duas as classes de carteira de habilitação para ciclomotores: Classe M146 (ciclomotores de duas rodas) e classe M147 (ciclomotores de três e quatro rodas). O treinamento para a classe M146 é feito em quatro etapas.

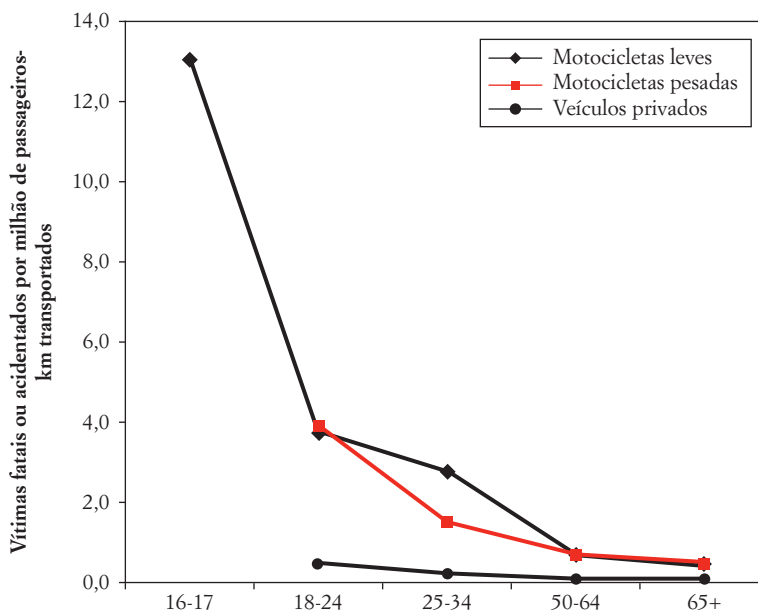


Figura 6.6.2: Número de pessoas acidentadas ou vítimas fatais por milhão de passageiros-km transportados em motos e carros em diferentes faixas etárias (Bjørnskau, 2010).

A classe de carteira de habilitação A1 é direcionada à direção de motos leves (cilindradas de no máximo 125 cm e potência de no máximo 11 kW) com ou sem sidecar. A classe A1 também permite a direção de ciclomotores.

A classe de carteira de habilitação A é direcionada à direção de ciclomotores em geral (com ou sem sidecar) para pessoas que completaram 21 anos ou têm habilitação para a classe A por 2 anos. Se estas exigências não forem cumpridas, a classe A é válida para a direção de motos meio-pesadas (com ou sem sidecar). Uma moto meio-pesada tem uma potência de no máximo 25 kW e uma relação entre potência e tara de no máximo 0,16 KW/kg. A classe A também permite a direção de ciclomotores.

Em 2008 foram emitidas 5.821 carteiras de habilitação para a classe A1 e 4.845 para a classe A. Com relação aos ciclomotores (classe M), foram emitidas em torno de 17.666 carteiras de habilitação para pessoas abaixo de 18 anos (Norges forsikringsforbund, 1995). No fim de 2009, havia 3.058.570 carteiras de habilitação que permitiam a direção com ciclomotores e 1.398.103 que permitiam a direção de motos pesadas e leves. A quantidade de motos na Noruega em 2009 era de 141.235 motos e 165.557 ciclomotores, das quais 7.616 motos e 9.852 ciclomotores foram registrados pela primeira vez (Statistisk sentralbyrå, 2010).

Treinamento de direção

O principal objetivo do treinamento para a utilização de motos e ciclomotores é desenvolver conhecimentos, habilidades, autoconhecimento e compreensão de riscos, que são necessários para dirigir de forma segura para o tráfego, que funcione em conjunto, que leve a um bom escoamento do tráfego, que considere a saúde, o meio ambiente e as necessidades dos outros e que esteja de acordo com o regulamento vigente.

Para evitar que um aluno que deseja uma carteira de habilitação em várias classes tenha que estudar o mesmo conteúdo várias vezes, o estudo é realizado em quatro módulos. Nas classes leves, a etapa 1 é comum para todos. Nas classes pesadas, a maioria dos cursos obrigatórios é comum para várias classes.

A etapa 1 consiste em um “curso básico de tráfego” e é obrigatória para todos os que iniciarão as aulas de direção para as classes A, A1 e M146. O curso tem 17 horas de aula. Ele dará ao aluno uma compreensão básica do tráfego como um sistema e de como os diferentes participantes atuam juntos para obter um sistema de transporte que funcione bem e de maneira segura. O curso forma a base para o treinamento posterior de todas as classes de carteira de habilitação.

A etapa 2 é para ciclomotores. Nela os candidatos devem aprender somente a conduzir o ciclomotor, sem ter a atenção voltada para os outros usuários. Esta etapa também inclui direção econômica e ecológica. O treinamento ocorre em área reservada e são obrigatórias no mínimo três horas. A etapa 2 é dividida em duas partes para as motocicletas A1 e A. A primeira parte é teórica, com o mínimo de três horas de aprendizagem obrigatória. Esta etapa inclui “direção de motocicletas, meio ambiente, segurança e treinamento prático”. Os alunos dominarão técnicas de direção da motocicleta. Não há uma exigência mínima determinada para o treinamento de direção.

A etapa 3 é o treinamento em estradas movimentadas, com o mínimo de seis horas obrigatórias para a classe M146. Para as classes A1 e A, o conteúdo é o mesmo que o da etapa 3, com exceção do “curso de segurança em técnica de direção precisa classe A”, cujo foco principal é a técnica de direção durante a frenagem e a direção. O curso é obrigatório apenas para a classe A e consiste tanto de parte teórica quanto de parte prática. O curso tem, no total, quatro horas de aula, das quais três horas serão práticas.

A etapa 4 é apropriada para a classe 146. Trata-se de um treinamento final, com foco nas compreensões do risco e do sistema de tráfego. São quatro horas de treinamento obrigatório, das quais em pelo menos três o aprendiz deverá dirigir na estrada. O exame final é apenas teórico. Com relação às classes A1 e A, a etapa consiste de um curso de segurança na estrada, em adição às oito horas obrigatórias de aula para a classe A, das quais quatro deverão ser práticas. Para a classe A1, a etapa 4 consiste do mesmo curso de segurança, mas apenas com quatro horas de aula obrigatórias, das quais três deverão ser práticas. Caso se queira ampliar a carteira de habilitação de A1 para A, deverá ser realizada a etapa 3 e depois deverá ser cumprida a etapa 4 para classe A.

Para as classes M147, o treinamento não foi elaborado até 2010. Por conta disso, o treinamento para esta categoria por enquanto é executado de acordo com o antigo sistema em duas partes: treinamento básico e treinamento no tráfego. Os alunos do M147, contudo, já terão realizado o curso básico de tráfego.

Impacto sobre os acidentes

As medidas de treinamento realizadas com relação aos motoristas de ciclomotores e motos podem ser divididas de acordo com os seguintes grupos:

- treinamento facultativo escolhido pelos motoristas;
- treinamento formal e obrigatório;
- exame de direção;
- proibição de dirigir motos pesadas aplicada a novos motoristas;
- restrições no tamanho da moto aplicadas a novos motoristas.

As pesquisas que tratam dos impactos nos acidentes por conta destas medidas são:

- Kraus, Riggins e Franti, 1975 (EUA, treinamento facultativo);
- Raymond e Tatum, 1977 (Reino Unido, treinamento facultativo);
- Russam, 1979 (Japão, treinamento facultativo);
- Satten, 1980 (EUA, treinamento facultativo);
- Hurt, Ouellet e Thom, 1981 (EUA, treinamento facultativo);
- Jonah, Dawson e Bragg, 1981 (Canadá, exame de direção);
- Jonah, Dawson e Bragg, 1982 (Canadá, treinamento facultativo);
- Mortimer, 1984 (EUA, treinamento facultativo);
- Troup, Torpey e Wood, 1984 (Austrália, proibição de dirigir motos pesadas, aplicada a novos motoristas);
- Adams, Collingwood e Job, 1985 (Austrália, treinamento facultativo);
- Daltrey e Thompson, 1987 (Austrália, exame de direção);
- Broughton, 1987 (Reino Unido, proibição de dirigir motos pesadas, aplicada a novos motoristas);
- Mortimer, 1988 (EUA, treinamento facultativo);
- Steffens, Gawatz e Willmes, 1988 (Alemanha, treinamento facultativo);
- Engel e Krogsgård Thomsen, 1989 (Dinamarca, treinamento obrigatório);
- McDavid, Lohrmann e Lohrmann, 1989 (Canadá, treinamento facultativo);
- Ingebrigtsen, 1990 (Noruega, treinamento obrigatório);
- Koch, 1991 (Alemanha, proibição de dirigir motos pesadas aplicada a novos motoristas);
- Waller, 1992 (EUA, treinamento facultativo) e
- Lloyd et al., 1994 (EUA, treinamento facultativo).

A tabela 6.6.1 mostra que o **treinamento formal facultativo** acarreta um aumento do número de acidentes. Os estudos de bibliografia realizados por Elliott et al. (2003) e Bjørnskau (2010) também concluem que o treinamento de aptidão facultativo não tem impacto na redução de acidentes. Muitas

TABELA 6.6.1: IMPACTOS DO EXAME E TREINAMENTO FORMAL DOS MOTORISTAS DE MOTOS E CICLOMOTORES NO NÚMERO DE ACIDENTES (GRAU DE ACIDENTES NÃO ESPECIFICADO).

Medida	Variação porcentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes causados	Melhor estimativa	Intervalo de Confiança
Treinamento formal facultativo			
- (acidentes por motorista)	Todos os tipos de acidentes	+18	(+1; +37)
- (acidentes por quilômetro rodado)	Todos os tipos de acidentes	+44	(+33; +56)
Treinamento formal obrigatório (acidentes por motorista)	Todos os tipos de acidentes	-3	(-8; +1)
Exame de direção (acidentes por motorista)	Todos os tipos de acidentes	-13	(-14; -1)
Proibição de dirigir motos pesadas aplicada a novos motoristas (acidentes por motorista)	Todos os tipos de acidentes	-0	(-7; +6)
Proibição de que novos motoristas dirijam motos pesadas (acidentes no total)			
	Acidentes com motos pesadas	-74	(-77; -71)
	Acidentes com motos mais leves	+17	(+8; +26)
	Todos os acidentes com motos	+14	(+8; +20)

das pesquisas a respeito do treinamento facultativo de motoristas de ciclomotores e motos fornecem poucos esclarecimentos sobre o que consiste o treinamento e de como ele é realizado. De qualquer forma, parece claramente que o treinamento de aptidão na estrada é apenas uma parte de muitas possibilidades de treinamento.

Esse treinamento pode dar aos motoristas uma confiança em excesso que eles podem controlar a moto em situações difíceis. Duas pesquisas norueguesas apontaram que as habilidades de direção melhoraram em um curso de aperfeiçoamento para motociclistas (Stene e Fjerdingen, 2003; Tronsmoen, 2003). Além disso, o estudo de Tronsmoen (2003) indicou que, após a realização do curso, os motoristas tinham melhores habilidades de direção subjetivas, menores riscos de acidentes subjetivos, melhor aptidão subjetiva para evitar acidentes e aumento das margens de segurança. Estes resultados confirmam a hipótese de que o treinamento facultativo pode levar a um comportamento de direção mais arriscado. Uma avaliação de um programa de treinamento para motoristas experientes de motos, na Escócia apontou que a maioria dos motoristas dizia que eles dirigiam de forma mais defensiva. Entretanto, a taxa dos que disseram que sempre dirigiam acima do limite de velocidade aumentou depois que os motoristas realizaram o programa de treinamento (Ormston et al., 2003).

Outra explicação possível para o fato de que os motoristas que realizaram treinamento facultativo sofrem mais acidentes que os outros é que os motociclistas com treinamento formal dirigem menos

que aqueles sem treinamento formal (Raymond e Tatum, 1977; Satten, 1980) e que os motoristas que dirigem pouco têm mais risco por quilômetro rodado que os motoristas que dirigem muito.

A inserção do **treinamento obrigatório de direção de ciclomotores** na Dinamarca (Engel e Krogsgård Thomsen, 1989) e Noruega (Ingebrigtsen, 1990) não acarretou modificações significativas no número de acidentes por motorista.

Um estudo norte-americano pesquisou vários fatores no nível de estados que influenciam o número de lesões e de vítimas fatais em acidentes com motos em todos os estados americanos de 1990 até 2005. Os resultados indicam que o treinamento de direção obrigatório reduz o número de lesões em acidentes com motos (sem vítimas) em cerca de 10% (não incluídos nos resultados da tabela 6.6.1). O impacto é estatisticamente significativo e fiscalizado por um grande número de variáveis. O modelo estatístico utilizado, entretanto, é um modelo de regressão linear. Mas um modelo mais adequado não encontrou impactos no número de acidentes com lesão ou acidentes fatais (French et al., 2009). Outro estudo norte-americano apontou que também não está documentado que o treinamento de direção obrigatório tem algum impacto nos conhecimentos e habilidades do motociclista (Elliott et al., 2003).

Os exames de direção pretendem reduzir o número de acidentes por motorista. Uma pesquisa australiana (Daltrey e Thompson, 1987) apontou que a inserção de um exame de direção obrigatório, combinado com o treinamento, levou a um menor número

de acidentes por motorista. Em contrapartida, uma pesquisa canadense (Jonah, Dawson e Bragg, 1981) apontou que aqueles que passaram no exame de direção facultativo tinham mais acidentes que aqueles que não passaram. A pesquisa australiana tem muita importância no resultado médio apresentado acima.

Uma **proibição de dirigir motos pesadas aplicada a novos motoristas** não mostrou acarretar modificações no número de acidentes por motorista (válido para os primeiros dois anos com a carteira de habilitação). Dois dos estudos (Koch, 1991; Broughton, 1987) não descobriram impactos de uma proibição. Broughton (1987) apontou que a transição dos novos motoristas para motos mais leves foi tão grande que isso mais que compensou o fato de que poucos dirigiam motos pesadas. Uma pesquisa australiana (Troup, Torpey e Wood, 1983) apontou que a proibição reduziu o número de acidentes com motos pesadas. Entretanto, não foi realizado um estudo nesta pesquisa sobre a possibilidade de aumento de acidentes em motos leves como consequência de uma proibição. Ulleberg (2003) apontou que os motoristas jovens que dirigem motos pesadas (> 825 cm³) têm mais riscos de sofrer acidentes do que os motoristas jovens que dirigem motos leves. Entretanto, este impacto deve-se possivelmente a outros fatores, algo que pode explicar o fato de uma proibição de uso de motos pesadas aplicada a novos motoristas não ter um impacto de redução de acidentes.

Impacto na mobilidade

Não foram documentados impactos na mobilidade por conta das medidas descritas neste capítulo. Exigências mais rígidas para o treinamento e para os exames de direção podem fazer com que poucos comecem a dirigir ciclomotores ou motos. Para pessoas na faixa etária de 16 a 18 anos, as alternativas para ciclomotores ou motos são ir a pé, utilizar a bicicleta, viajar de forma coletiva ou como passageiro em carro. Com relação às pessoas acima de 18 anos, um carro privado também pode ser uma alternativa.

Impacto no meio ambiente

Não foram documentados os impactos das medidas descritas neste capítulo no meio ambiente. Uma vez que as medidas contribuem para limitar a abrangência total da direção de ciclomotores e motos, elas também contribuem para limitar os problemas do meio ambiente que estes veículos podem causar.

Custos

Não há números do custo para o treinamento de ciclomotores e motos. Os preços das autoescolas em 2011 eram de cerca de NOK 8.500 para o treinamento na direção de ciclomotores. Para motos leves, os preços eram de cerca de NOK 12.000. Os preços das motos pesadas, por sua vez, eram de NOK 17.000. A utilização do tempo varia de aluno para aluno; além do mais, a instrução é baseada em módulos, de maneira que os alunos apenas precisam frequentar os cursos que ainda não fizeram em conexão com o treinamento em outras categorias. A transição de motos leves para motos pesadas custará, por exemplo, cerca de NOK 8.000.

Se presumirmos que todas as carteiras de habilitação emitidas em 2009 passaram por todas as quatro etapas, os custos totais serão estimativamente de NOK 150 milhões para condutores de ciclomotores (prevendo um preço médio de NOK 8.500 e 17.666 carteiras de habilitação emitidas). Correspondentemente, os custos totais para motos leves são de NOK 70 milhões e de NOK 82 milhões para motos pesadas.

Os custos para as estações de tráfego do exame de direção e a emissão da carteira de motorista são em torno de NOK 865 por carteira de habilitação de moto. Os custos totais para as estações de tráfego podem ser estimados em 2008 em até NOK 9,2 milhões.

Avaliações de custo-benefício

Os resultados apresentados não apontam que o treinamento formal dos motoristas de ciclomotores e motos reduz o número de acidentes. Por conta disso, não se pode pressupor que esse treinamento forneça algum benefício em forma de menos acidentes.

No que se refere aos exames de direção, os resultados são contraditórios, mas apontam na direção de que aqueles que passaram no exame têm perto de 13% menos acidentes do que os que não passaram ou não realizaram o exame. Não há uma estatística que mostre quantos daqueles que são reprovados na prova de direção de ciclomotores ou no exame de direção para motos desistem de tentar obter a carteira de habilitação. A maioria daqueles que são reprovados no exame de direção faz um novo exame e obtém a carteira de habilitação. Não é possível pressupor que os resultados reproduzidos sejam representativos para esses motoristas. Por conta disso, não há base para as avaliações de custo-benefício

dos exames de direção para motoristas de ciclomotores e de motos.

Difícilmente o principal motivo para que os jovens aprendam a dirigir ciclomotores ou motos será o desejo de evitar acidentes. Por conta disso, o benefício para cada indivíduo de poder conduzir ciclomotores ou motos encontra-se em outras áreas, mas não no aumento de segurança no tráfego.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Cada indivíduo toma a iniciativa de treinamento.

Requisitos e procedimentos formais

As determinações que regulam o treinamento formal dos motoristas de ciclomotores e motos são encontradas nas Normas do tráfego de estradas, normas sobre a carteira de habilitação, normas sobre o treinamento de tráfego e exames de direção. De acordo com as exigências das normas, a Direção Geral de Viação desenvolveu planos de treinamento para motoristas em cada classe de carteira de habilitação. Os planos de treinamento fornecem as pautas sobre a forma em que as autoescolas executarão o treinamento.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega zela para que as autoescolas e organizadores de cursos realizem o treinamento de acordo com o que é determinado. Durante o exame de direção, verifica-se se o motorista tem os conhecimentos e habilidades necessários para obter a carteira de habilitação.

6.7 TREINAMENTO E TESTES PARA MOTORISTAS PROFISSIONAIS – TRANSPORTE DE PASSAGEIROS E DE CARGA

Capítulo revisado em 2011 por Alena Høye e Juned Akhtar (TØI)

Problema e finalidades

Os motoristas profissionais viajam mais que os outros grupos de condutores. Incontestavelmente, isso

proporciona a eles a experiência das mais variadas situações de risco e sobre o que pode ser feito para evitar acidentes. Uma série de estudos apontou que os motoristas profissionais têm cerca da metade do risco de envolvimento em acidentes que os outros condutores e, ainda, que eles raramente contribuem para a ocorrência dos acidentes (Wang, Knippling e Blincoe, 1999; Craft, 2000). Por outro lado, muitos motoristas profissionais conduzem veículos grandes e pesados, que expõem os outros condutores ao risco. Por este motivo, impõem-se normas mais rígidas aos motoristas profissionais que aos outros condutores.

A tabela 6.7.1 mostra o número de condutores feridos e mortos em acidentes para diferentes tipos de veículos e o número de veículos envolvidos em acidentes com vítimas, além do risco de morrer ou sofrer um acidente ou ser ferido em um acidente na Noruega em 2007. Há apenas números de exposição mais recentes para veículos de passeio, táxis, ônibus e transporte de bens (caminhões/carretas). Os números de risco para caminhões e carretas devem ser avaliados como muito incertos, porque não é garantido que os números de exposição se refiram exatamente aos mesmos veículos que os números de acidentes. Com base em dados de exposição e de acidentes mais antigos, a tabela 6.7.1 contém também o número de veículos envolvidos em acidentes com vítimas de 1988 a 1993 (Elvik, Mysen e Vaa, 1997).

Os resultados na tabela 6.7.1 apontam que o risco de os motoristas profissionais sofrerem acidentes fatais ou se envolverem em acidentes é menor que o risco dos motoristas de veículos particulares. O risco de se envolver em acidentes com vítimas é menor para táxis e caminhões/carretas que para veículos particulares e quase o mesmo risco entre os ônibus e os veículos particulares. Os números de risco de 1988-1993 apontam que os ônibus e os bondes teriam um risco maior de se envolver em acidentes com vítimas que os veículos particulares. Isso tem provável relação parcial com o fato de que esses veículos são conduzidos, em sua maior parte, no tráfego urbano (sujeito a mais conflitos). Os motoristas profissionais, como um grupo, são mais experientes que os demais condutores. Visto de maneira isolada, isso deveria indicar um menor risco em relação aos outros condutores.

O risco de se envolver em acidentes com vítimas parece ter diminuído consideravelmente desde 1988-1993. Isso pode, entretanto, ser devido (em cada caso parcialmente) às diferentes bases de dados para os cálculos.

TABELA 6.7.1: RISCO DE SOFRER ACIDENTES/ ACIDENTES COM FERIDOS/ ACIDENTES FATAIS PARA CONDUTORES DE VÁRIOS TIPOS DE VEÍCULOS. COM BASE NOS NÚMEROS OFICIAIS DE ACIDENTES E EM DADOS DE EXPOSIÇÃO DO SSB (2007-2009).

	Milh.veíc.km. (2007-2009)	Envolvidos em acidentes/vítimas fatais		Veículo envolvido em acidentes com vítima		
		por ano	por milh. veíc.km	por ano	por milh.veíc. km	por milh.veíc.km (1988-1993)
Veículo particular	32.531	4.117	0,13	8,741	0,27	0,44
Táxi	647	17	0,03	60	0,09	0,31
Ônibus	687	17	0,02	192	0,28	0,86
Caminhão		91		411		0,45
Carreta		79		256		
Caminhão/carreta		170	0,02	667	0,07	
Outros veículos pesados		2		7		
Caminhão-tanque com carga inflamável ¹	51,5	5	0,095			0,12
Bondes						11,40

¹ Número de veículos-km e número de vítimas fatais/acidentados com base nos dados de acidentes e de exposição de 2001 a 2004; o número de vítimas fatais/acidentados é o número total de vítimas fatais/acidentados com caminhões-tanque de gasolina e produtos de óleo mineral (Erke e Elvik, 2006).

Mesmo que os motoristas profissionais geralmente não pareçam estar em maior risco de sofrer acidentes com vítimas por quilômetro percorrido no tráfego do que outros motoristas, eles têm, mesmo assim, uma profissão perigosa. Isso se apresenta quando se compara o risco do motorista por milhão de horas trabalhadas na profissão com o risco correspondente em outras profissões (Hvoslef, 1990; Fosser e Elvik, 1996). O número de óbitos por 100 milhões de horas trabalhadas em 1988-1993 era de cerca de 9,5 para motoristas profissionais e de 3,0 para as outras profissões. Outros condutores tinham um risco de 21,8 óbitos por 100 milhões de horas trabalhadas (Fosser e Elvik, 1996). Essas comparações podem apenas ser feitas para os óbitos, porque a notificação de outras lesões é muito deficiente e irregular em cada profissão.

Os motoristas profissionais inexperientes se envolvem mais frequentemente em acidentes que os experientes. Isso foi apontado por uma pesquisa sobre ambiente de trabalho e acidentes entre motoristas profissionais, dos quais a maioria (87%) era motorista de ônibus que dirigia o ônibus nas rotas das maiores cidades norueguesas (Nygård e Tellnes, 1994). Os motoristas com experiência profissional abaixo de 5 anos têm mais que o dobro de chance de sofrer acidente em relação aos motoristas com experiência de 15 anos ou mais. Um modelo correspondente é encontrado para motoristas de veículos particulares e motoristas de ciclomotores e motocicletas. Um estudo norte-americano de colisões entre um veículo pesado e um veículo leve apontou que, na maioria dos casos, é o condutor do veículo leve que é julgado como culpado (Blower, 1996). Quan-

do o motorista do veículo pesado é jovem, em contrapartida, na maioria dos casos é o motorista do veículo pesado que é tido como culpado.

O treinamento formal e a realização de provas pelos motoristas profissionais têm como finalidade evitar que motoristas inaptos recebam a permissão de exercer a profissão e proporcionam aos motoristas profissionais um menor risco de acidentes do que teriam se não os tivessem. Além disso, pode se entender como desejável almejar que os motoristas profissionais tenham menores riscos de acidentes que os outros condutores.

Descrição da medida

O treinamento e a prova para os motoristas profissionais compreendem as seguintes medidas direcionadas para esses condutores:

- Treinamento formal de novos motoristas profissionais;
- Treinamento de motoristas profissionais experientes;
- Exames de direção para motoristas profissionais;
- Treinamento especial de motoristas que transportarão cargas perigosas.

O treinamento de motoristas de veículos de emergência está descrito no capítulo 6.11.

Treinamento de motoristas de caminhão, bonde e ônibus (carteiras de habilitação das classes C, CE, D, DE): o treinamento de motoristas cujas cartei-

ras de habilitação fazem parte das categorias C, CE (caminhão e bonde), D e DE (ônibus e ônibus biarticulados) pode ocorrer no ensino secundário ou nas autoescolas. Além disso, o treinamento também pode ocorrer pelas Forças Armadas da Noruega e por empresas privadas. O treinamento de direção de veículos pesados é fornecido em um curso de 19 semanas em 11 escolas de ensino secundário por toda a Noruega.

A Direção Geral de Viação determinou que todos os motoristas profissionais devem ter, além da carteira de habilitação para veículos pesados, competência profissional. Há normas próprias relacionadas às competências para o transporte de pessoas e de cargas. Deve ser realizado um curso de 280 horas, das quais 20 horas são de prática de direção. O curso será sucedido por uma prova teórica. Alternativamente, é possível realizar um curso reduzido de 140 horas, mas ele é fundamentalmente para motoristas acima de 23 anos. Para ampliar a certificação de competência de transporte pessoal para transporte de bens ou vice-versa, é necessário um curso adicional de 70 horas (35 horas, se reduzido). Além disso, é necessário que os motoristas profissionais realizem um curso de pós-formação de 35 horas a cada cinco anos. Atualmente, são válidos os seguintes planos de aula que descrevem em detalhes os objetivos para o treinamento e o conteúdo:

- Plano de aula para as categorias de carteira de habilitação D, DE (Statens vegvesen, 2005);
- Plano de aula para as categorias de carteira de habilitação C, CE (Statens vegvesen, 2005b);
- Plano de aula para o curso de motorista profissional (Statens vegvesen, 2008).

Há normas próprias de avaliação de saúde para as carteiras de habilitação D, DE, C e CE. O limite de idade para as classes D e DE é 21 anos; para as classes C e CE, 18 anos.

Em 2008 foram realizados 2.250 exames de direção nas classes C e CE; 2231 nas classes D e DE e 4572 na classe DE. O número se refere ao teste prático (pplsyningsrådet for veitrafikken, 2009).

Treinamento para transporte de carga perigosa: o treinamento para o transporte de carga perigosa é obrigatório para todos os que querem obter a carteira de habilitação na categoria C ou CE pela primeira vez. A realização da prova pelo candidato é facultativa. O treinamento pode ser fornecido pelas autoescolas ou escolas secundárias com área de ha-

bilitação em transportes que têm programa de habilitação reconhecido para cargas perigosas.

A primeira parte consiste em um treinamento inicial de 18 horas chamado de “treinamento básico”. A aprovação no exame gera um certificado de competência relacionado a cargas perigosas que não são transportadas em tanques de todas as classes, com exceção de materiais radioativos e explosivos.

A parte ampliada é chamada de “treinamento especial”, que pode ser para a classe 1 (explosivos), classe 7 (materiais radioativos) e para caminhões-tanque. Cada curso especial compreende um mínimo de 8 horas de treinamento. A aprovação no exame gera um certificado de competência nas respectivas classes. Exige-se uma carteira de habilitação válida no mínimo na classe B antes da emissão do certificado de competência.

As determinações sobre o treinamento, exames e certificados de competência resultam do § 11 da norma de 1º de abril de 2009 sobre o transporte de cargas perigosas no país (Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap, 2009).

Os certificados de competência valem por 5 anos. Para a renovação, o interessado deve realizar o curso de reciclagem e passar nas provas correspondentes. As agências de trânsito emitem o certificado de competência (Aall Myhre, 1993).

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega impõe uma taxa de 335 NOK para a realização da prova e de 200 NOK para a emissão do certificado de competência.

Treinamento de taxistas: os taxistas devem ter um certificado de identificação, além da carteira de habilitação. Fora isso, não são exigidos cursos formais para se tornar taxista. São impostas exigências, dentre outras, como o atestado de boa conduta, de saúde e idade para obter a identificação (førekortforskriften; Grøndahl Dreyer, 1995). O chefe da polícia poderá determinar que, para obter o certificado de identificação para taxista, deverá ser realizada a prova de conhecimentos (Grøndahl Dreyer, 1995). Na prática, essa prova é realizada nas cidades e grandes centros regionais. Outras exigências para se tornar taxista variam entre as diferentes centrais de táxi e são vistas como um tipo de concorrência. Um tempo de serviço de dois anos como motorista de táxi por tempo integral nos distritos é a exigência mínima para a solicitação do alvará de taxista. O

curso para obter o alvará é facultativo (NKI nettstudier, www.nki.no), mas pode contribuir para obter o reconhecimento da promoção de antiguidade de um ano. O atestado de boa conduta deve ser apresentado novamente a cada 5 anos pelo detentor da licença.

Treinamento dos condutores de bonde: a direção de bondes não é compreendida pelo regulamento das carteiras de habilitação. A própria companhia de bondes forma os próprios motoristas de bonde e aplica-lhes a prova. Os motoristas de bonde da Oslo Sporveier devem, por exemplo, realizar um curso de 13 semanas em que estão incluídas tanto a parte teórica como a direção. Eles devem realizar provas de trajeto antes da realização do exame de direção. No treinamento, dá-se importância à segurança e à orientação dos clientes. Além disso, há um treinamento para diferentes tipos de bonde, tarifas, infraestrutura e linhas. O interessado deve, anteriormente, realizar um teste de idiomas. Além disso, são exigidas saúde (percepção de cores) e idade (entre 20-50 anos) e carteira de habilitação para veículo de passeio. O curso é finalizado com uma prova prática.

Impacto sobre os acidentes

Foi realizada uma série de pesquisas sobre os impactos do treinamento formal para motoristas profissionais nos acidentes. O contexto inclui pessoas que dirigem muito em função da profissão (motoristas de caminhão, por exemplo) na Noruega e no exterior. Os resultados apresentados aqui foram coletados das seguintes pesquisas:

Payne e Barmack, 1963 (EUA)
 O'Day, 1970 (EUA) Eriksson, 1983 (Suécia)
 Manders e Rennie, 1984 (Austrália)

Downing, 1988 (Paquistão)
 Beilock, Capelle e Page, 1989 (EUA)
 Gray, 1990 Gregersen e Morén, 1990 (Reino Unido)
 Lähdeniemi, 1995 (Finlândia)
 Christensen e Glad, 1996 (Noruega)
 Hagge e Romanowicz, 1996 (EUA)
 King, 1996 (EUA)
 Valsset, 1996 (Noruega)
 Gregersen, Bremer e Morén, 1996 (Noruega)

A qualidade metodológica das pesquisas varia. Uma parte das pesquisas, como, por exemplo, a de Gray (1990), são pesquisas ingênuas de antes e depois, em que o impacto da regressão para a média no número de acidentes pode ter tido um papel importante nos resultados. Outras pesquisas, como, por exemplo, a de Gregersen e Morén (1990), são experimentos com total controle de todas as fontes de erro. Dá-se mais importância aos resultados das pesquisas metodológicas. Os resultados estão resumidos na tabela 6.7.2.

O treinamento de motoristas profissionais em **direção defensiva** reduz o número de acidentes em uma ordem de grandeza de 20%. Em empresas maiores, essas medidas são sempre combinadas com sistemas de bônus ou outros sistemas de recompensas para aqueles que dirigem sem se envolver em acidentes.

O curso de direção em pista escorregadia parece contribuir para a ocorrência de mais acidentes, tanto para os motoristas de ambulâncias quanto para os motoristas de caminhões e bondes.

Exames de direção mais rígidos acarretam um aumento no número de acidentes. É desconhecida a explicação para isso. Os autores (Hagge e Romanowicz, 1996) apontam para o fato de que os problemas de metodologia podem ser uma possível explicação para os resultados da pesquisa.

TABELA 6.7.2: IMPACTOS DO TREINAMENTO E DOS TESTES DE MOTORISTAS PROFissionais NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Medida	Variação porcentual do número de acidentes		
	Acidentes ocorridos	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Curso de direção defensiva para motoristas experientes (acidentes por quilômetro percorrido)	Todos os tipos de acidentes, gravidade não especificada	-21	(-34; -5)
Curso de direção em pista escorregadia para motoristas de ambulância (acidentes por motorista)	Acidentes em pista escorregadia, gravidade não especificada	+45	(-35; +220)
Curso de direção em pista escorregadia para motoristas de veículos pesados (acidentes por quilômetro percorrido)	Acidentes em pista escorregadia, gravidade não especificada	+22	(+9; +36)
Exames de direção mais rígidos para motoristas de veículos pesados (número total de acidentes)	Todos os tipos de acidentes, acidentes com vítimas	+5	(+4; +6)

Um estudo experimental realizado na Suécia por Gregersen et al. (1996) entre 900 motoristas de veículos para a Televerket apontou que um treinamento de direção geral (treinamento de direção geral e direção em pista escorregadia), discussões em grupo sobre a segurança de trânsito e um sistema de bônus que recompensa condutores livres de acidentes reduziram o número de acidentes dois anos após a aplicação da medida. As informações para os motoristas sobre os níveis de segurança no trânsito não tiveram nenhum impacto no número de acidentes (nenhum resultado mostrado na tabela 6.7.2).

Uma avaliação sobre os programas de treinamento para motoristas de ônibus escolares (Crews, 1997) não encontrou nenhuma relação entre a extensão do programa de treinamento e o impacto nos acidentes. O estudo também não aponta se o treinamento (seja qual for sua extensão) tem algum impacto no número de acidentes (nenhum resultado mostrado na tabela 6.7.2).

Os números de risco apresentados inicialmente mostraram que os caminhões-tanque de produtos inflamáveis têm significativamente menos risco de acidentes que os outros caminhões. A tabela 6.7.3 mostra a justaposição do número de risco relacionado aos caminhões-tanque de produtos inflamáveis e os caminhões em geral nos períodos de 1980 a 1985, 1990 a 1994 e 1996 a 2004 (Muskaug, 1984; Elvik, 1988; Borger, 1996; Christensen e Glad, 1996; Erke e Elvik, 2006).

Os caminhões-tanque de produtos inflamáveis têm de 70 a 80% menos risco de sofrer acidentes que os caminhões em geral. As possíveis explicações para essa diferença são as diferentes normas aplicadas e os treinamentos mais rígidos para os motoristas dos caminhões-tanque. Outros fatores podem estar relacionados às exigências mais rígidas aplicadas ao

veículo e às diferenças no ambiente de tráfego e rodovias pelas quais circulam os caminhões-tanque de produtos inflamáveis e os outros caminhões. O fato de os motoristas saberem que um acidente com esse tipo de veículo pode causar grandes consequências (queimadas, explosões, etc.) talvez contribua para uma direção mais cautelosa e para o baixo risco de acidentes.

Impacto na mobilidade

Não foram documentados impactos na mobilidade devido às medidas de treinamento aplicadas aos motoristas profissionais descritas neste capítulo. Uma das finalidades do treinamento é que o motorista conduza de uma maneira que seja o menos incômoda possível para os outros condutores e que não reduza desnecessariamente a capacidade de escoamento do tráfego.

Impacto sobre o meio ambiente

Não foi documentado como as medidas de treinamento descritas neste capítulo influenciam o meio ambiente. Uma das finalidades do treinamento é que os motoristas conduzam de forma a evitar, em maior nível possível, impactos prejudiciais ao meio ambiente.

Os problemas de saúde associados ao meio ambiente são relativamente difundidos entre os motoristas profissionais. Não foi documentado se o treinamento pode contribuir para reduzir os problemas de saúde condicionados pela profissão entre os motoristas profissionais. O baixo nível de acidentes relacionado aos caminhões-tanque para produtos inflamáveis é uma vantagem para o meio ambiente, pois acidentes com esses veículos podem acarretar grandes danos ambientais.

TABELA 6.7.3: RISCO RELACIONADO AOS CAMINHÕES-TANQUE DE PRODUTOS INFLAMÁVEIS COMPARADO A OUTROS CAMINHÕES DE 1980 A 1985 E 1990 A 1994.

Período	Gravidade do acidente	Acidentes por milhões de km percorridos		Diferença no risco
		Caminhões-tanque de produtos inflamáveis	Caminhões em geral	
1980-85	Acidentes com vítimas	0,15	0,58	-74%
1990-94	Acidentes com vítimas	0,12	0,45	-73%
1990-94	Todos os acidentes	0,72	4,09	-82%
1996-2004	Acidentes com vítimas	0,095	0,35	-73%
1996-2004	Todos os acidentes	0,47		

Custos

Os custos totais para o treinamento e a prova dos motoristas profissionais não são exatamente conhecidos. Não se conhecem os custos relacionados, entre outros aspectos, às provas de conhecimento local aplicadas aos taxistas, ao treinamento dos motoristas de bonde e às provas de direção de emergência para motoristas de veículos de emergência. O custo para obter a carteira de habilitação de veículos pesados está entre NOK 20.000 e 30.000.

As taxas da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para as classes C, D e ADR são de 490 NOK e, para a prova prática, NOK 860. A emissão da carteira de habilitação custa 220 NOK e a emissão do certificado de motorista profissional custa 490 NOK para a prova prática, e 220 NOK para a prova teórica.

A diretriz para motoristas profissionais custa cerca de 40.000 NOK (30.000 NOK para o modelo reduzido). O curso de pós-formação obrigatório a cada cinco anos custa cerca de 3.000 NOK.

Os custos gerais do aluno para o certificado de competência profissional são estimados em cerca de 100.000 a 150.000 NOK (Statens vegvesen, 2006).

Avaliações de custo-benefício

Não há análises de custo-benefício do treinamento formal para motoristas profissionais. A única das medidas descritas neste capítulo que claramente parece reduzir o número de acidentes é o treinamento em direção defensiva. Esta medida reduz o número de acidentes em cerca de 20%.

O número esperado de acidentes com vítimas por veículo pesado por ano é de cerca de 0,01. Uma redução de 20% deste número corresponde a cerca de 0,002 acidente evitado por veículo por ano. Os custos dos acidentes evitados são de cerca de 2.200 NOK por veículo por ano. Todas as medidas de treinamento descritas acima custam, em certo grau, significativamente mais que os valores apresentados. Algumas destas medidas de treinamento, especialmente o curso de direção em pista escorregadia, contribuem para a ocorrência de mais acidentes. Por conta disso, é muito improvável que os treinamentos formais realizados na Noruega atualmente estejam proporcionando benefícios de segurança viária que sejam maiores que seus custos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para o treinamento de motoristas profissionais é tomada pelo próprio indivíduo ou pelo empregador do motorista profissional. Para manter a competência de motorista profissional, o indivíduo deve executar um curso de pós-formação a cada cinco anos.

Requisitos e procedimentos formais

As características principais das normas para treinamentos específicos e provas para o motorista profissional são determinadas pela Direção Geral de Viação. Com relação ao ADR, são determinadas pela Direção Geral de Proteção Civil e Planejamento de Emergência (DSB). As determinações que regulam o treinamento de motoristas profissionais são encontradas no Regulamento de tráfego das vias, nas normas sobre a carteira de habilitação, nas normas sobre o treinamento e exames de direção, nas normas sobre treinamento básico e pós-formação de motoristas profissionais (normas dos motoristas profissionais) e nas normas sobre o transporte do país relacionadas aos produtos perigosos.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pelo treinamento depende do tipo de meio de transporte. O treinamento de motoristas profissionais ou o treinamento para transporte de produtos perigosos pode, entre outros locais, ocorrer em escolas de ensino secundário. Com relação aos bondes, a responsabilidade é da própria companhia de bondes e é executada como treinamento interno.

6.8 CARTEIRA DE HABILITAÇÃO GRADUAL E RESTRIÇÕES DE CIRCULAÇÃO

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2006 e parcialmente revisado em 2012 por Truls Vaa (TØI)

Problema e finalidades

Quando se atenta para a distribuição etária dos acidentes, não há outro grupo que tenha maior risco de acidentes que os condutores muito jovens, na

faixa de 16 a 19 anos. Isso se aplica internacionalmente (Elvik et al., 2009). Já nos primeiros meses após a licença ser adquirida, o risco de acidente começa a diminuir consideravelmente para os novos condutores (Glad, 1996; Sagberg, 1996). O risco de acidentes diminui tanto com a idade quanto com a experiência, ou seja, o risco de acidentes para um novo condutor é menor quanto mais velho ele for ao prestar o exame de direção (Maycock et al., 1991).

Vários estudos examinaram os fatores que contribuem para o alto risco de acidente de condutores jovens. Novos condutores jovens são particularmente vulneráveis a acidentes individuais, que muitas vezes acontecem devido à alta velocidade, à direção arriscada e à perda de controle do condutor sobre o veículo (Lam, 2003; Masten, 2004; Kirk e Stamatidis, 2001). As colisões frontais, que em muitos casos são causadas por uma forma arriscada de direção (ultrapassagens) ou por alta velocidade, e os acidentes no escuro e em pista escorregadia também estão sobre representados entre os condutores jovens (Sten, Hole, Borch e Thingelstad, 1977; Williams, 1985; Massie, Campbell e Williams, 1995). Diferentemente da maioria dos outros condutores, os condutores jovens têm maior risco de acidentes quando estão dirigindo com passageiros (Lam, 2003; Masten, 2004). Na maioria das vezes, este risco diminui durante os primeiros 6 meses da prática na direção (Mayhew, Simpson e Pak, 2003).

Outras possíveis explicações são a falta de habilidades na direção veicular e sobrecarga cognitiva em condições de direção mais exigentes (Gregersen, 1995). Para os condutores inexperientes, nem todos os aspectos da direção veicular estão automatizados da mesma forma que para os condutores experientes. Condutores inexperientes precisam usar mais de sua capacidade mental para a direção em si do que motoristas experientes. Em condições de direção mais exigentes, isso pode levar a uma sobrecarga. Além disso, os jovens condutores tendem a superestimar suas habilidades e subestimar os perigos do trânsito (Johansson, 1982; Spoland, 1983; Rumar, 1985) e dirigem de forma mais arriscada que os motoristas mais experientes (Masten, 2004). O resultado é um elevado risco de acidentes.

A carteira de habilitação gradual e as restrições de circulação foram concebidas para limitar a direção em condições de risco particularmente elevado e para reduzir a dificuldade da direção. À medida que os condutores tornam-se mais experientes, as restrições são revogadas e são concedidos plenos di-

reitos aos condutores. As restrições incluem a proibição de direção à noite, direção com passageiros, direção em rodovia ou após a ingestão de álcool. Outros fatores que contribuem para o elevado risco de acidentes entre os condutores jovens não estão incluídos nas restrições. De acordo com Ferguson (2003), os principais fatores de risco são a forma arriscada de direção, o álcool, a não utilização do cinto de segurança, a distração, a sonolência e a escolha de veículo.

A educação do condutor na Noruega até então não havia conseguido reduzir o risco dos condutores novos de forma significativa. Em 2005, portanto, foram introduzidas novas regras para a formação de condutor e sem todas as categorias da carteira de habilitação. O treinamento consiste em quatro etapas, que incluem aulas teóricas, práticas e treinos particulares de direção. A idade mínima para a licença de direção de veículos de passeio (Classe B) é de 18. A prática de direção pode ter início aos 16 anos. Não há relações entre tempo de exame ou regras especiais com pontuações de carta de habilitação para novos titulares de licenças.

Descrição da medida

Existem três tipos de medidas que se enquadram àquilo que geralmente é chamado de carteira de habilitação gradual e restrições de circulação:

- proibição de direção noturna;
- carteira de habilitação probatória;
- carteira de habilitação gradual (as restrições variam entre os programas GDL).

Carteira de habilitação probatória: foi introduzida na Alemanha em 1986 e na Áustria em 1992. O período probatório é de dois anos. Os condutores que forem presos por diferentes infrações de trânsito durante esse período deverão passar por um curso especial na Alemanha. Na Áustria o período probatório é prolongado por um ano; além disso, o treinamento psicológico deverá ser reavaliado.

Carteira de habilitação gradual (Graduated Driving License, GDL) foi introduzida na maioria dos estados dos EUA e no Canadá. Outros países que também possuem programas GDL são a Nova Zelândia, a Austrália e a Suécia. A Alemanha está realizando testes com a GDL. A GDL geralmente inclui três fases: uma fase de treinamento, em que a direção requer a supervisão dos pais ou outro

condutor habilitado; uma fase intermediária, com diferentes restrições, e o estágio final, sem restrições. As restrições incluem limites mais rígidos de álcool no sangue, proibição de dirigir à noite, proibição de direção em rodovias, número limitado de passageiros e limitações para infrações no trânsito. Alguns programas são combinados com exigências de formação ou testes de conhecimento, ou dão a possibilidade de formação abreviada ou interfase, mediante curso ou teste. Um panorama detalhado das descrições dos programas GDL nos EUA é encontrado em Shope e Molnar (2004) e Williams e Mayhew (2004). Os programas de GDL nos EUA foram classificados pelo Insurance Institute for Highway Safety (Morrisey et al., 2006) como bom, regular, marginal ou fraco, dependendo da duração do período de formação e das restrições.

Impacto sobre os acidentes

Os impactos da proibição temporária de direção durante a noite sobre os acidentes foram investigados em quatro estudos dos EUA:

McKnight, Hyle e Albrecht (1983): Maryland, EUA;
Preusser, Williams, Zador e Blomberg (1984): 12 estados dos EUA;
Preusser, Williams, Lund e Zador (1990): Detroit, Cleveland, Columbia, EUA;
Preusser, Zador e Williams (1993): 47 cidades norte-americanas.

Há duas pesquisas sobre **carteira de habilitação probatória**:

Meewes&Weissbrodt (1992): Alemanha;
Bartl (2004): Áustria.

Há no total 23 estudos que pesquisaram o impacto da **carteira de habilitação gradual** nos acidentes. A maioria foi realizada nos EUA e no Canadá:

McKnight, Hyle e Albrecht (1983): Maryland, EUA;
Hagge e Marsh (1986): Califórnia, EUA;
Jones (1994): Oregon, EUA;
Langley et al. (1996): Nova Zelândia;
Boase e Tasca (1998): Ontário, Canadá;
Driver Education (1998): Ontário, Canadá;
Ulmer et al.(1999): Louisiana, EUA;
Bouchard et al. (2000): Québec, Canadá;
Gregersen et al. (2000): Suécia;
Ulmer et al. (2000): Flórida, EUA;
Agent et al. (2001): Kentucky, EUA;

Foss, Feaganes e Rodgman (2001): Carolina do Norte, EUA;
Mayhew e Simpson (2001): Ontário, Canadá;
Mayhew et al. (2001): Nova Escócia, Canadá;
Shope et al. (2001): Michigan, EUA;
Ulmer et al. (2001): Connecticut, EUA;
Simard et al. (2002): Quebec, Canadá;
Cooper, Gillen e Atkins (2004): Califórnia, EUA;
Rice, Peek-Asa e Kraus (2004): Califórnia, EUA;
Shope e Molnar (2004): Michigan, EUA;
Wiggins (2004): Colúmbia Britânica, Canadá;
Dow e Hildebrand (2005): Nova Brunswick, Canadá;
Morrisey, Grabowski, Dee e Campbell (2006): EUA, meta-análise, programas GDL bons *vs* regulares *vs* marginais.

A tabela 6.8.1 apresenta a melhor estimativa do efeito sobre acidentes quanto a estas medidas.

Proibição de direção pela limitação de horário à noite: proporciona uma redução de acidentes, não significativa, de 7% ao longo de todo o dia. No período de proibição da direção noturna, o número de acidentes com vítimas diminuiu significativamente: 36%. Um possível efeito adicional também durante o dia para a faixa etária acometida (13-17 anos) é sugerido no estudo de Preusser et al. (1993).

Carteira de habilitação probatória: tem um efeito significativo de redução de acidentes de 3% para motoristas muito jovens e aqueles em seu primeiro ano depois do exame prático de direção.

Impactos da GDL sobre os acidentes

A melhor estimativa para o impacto sobre os acidentes da **carteira de habilitação gradual** equivale a uma diminuição de 19% em acidentes com gravidade não especificada. O efeito é maior para os acidentes mais graves: para acidentes com vítimas, a diminuição foi calculada em 14% e, para acidentes fatais, em 26%. Todos os impactos são estatisticamente significativos.

O maior efeito de redução de acidentes da carteira de habilitação gradual encontra-se nos *acidentes noturnos* (-31%) e *acidentes individuais* (-21%). Para *acidentes por embriaguez*, a melhor estimativa de redução no número de acidentes é de 23%, mas esse impacto não é significativo. Ele é baseado em duas pesquisas sobre GDL que não incluíram restrições especiais sobre o consumo de álcool.

TABELA 6.8.1: IMPACTOS DAS MEDIDAS DE APOIO À FORMAÇÃO DO CONDUTOR SOBRE OS ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Limitação de horário para proibição de direção à noite			
Acidentes com vítimas	Acidentes durante todo o dia	-7	(-17; +5)
Acidentes com vítimas	Acidentes em horário da proibição noturna	-36	(-43; -28)
Carteira de habilitação probatória			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-3	(-4; -1)
Carteira de habilitação gradual			
Não especificado	Todos os acidentes	-19	(-24; -13)
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-6	(-12; -1)
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-26	(-45; -1)
Não especificado	Acidentes noturnos	-31	(-46; -12)
Não especificado	Acidentes individuais	-21	(-29; -13)
Não especificado	Acidentes com embriaguez	-23	(-56; +35)
Carteira de habilitação gradual, EUA, “bons” [1]			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-19	(-33; -6)
Acidentes fatais	Acidentes diurnos	-29	(-49; -9)
Acidentes fatais	Acidentes noturnos	-10	(-30; +10)
Carteira de habilitação gradual, EUA, “regulares”1			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-5	(-13; +4)
Acidentes fatais	Acidentes diurnos	+2	(-9; +12)
Acidentes fatais	Acidentes noturnos	-13	(-24; -1)
Carteira de habilitação gradual, EUA, “marginais”1			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-1	(-12; +10)
Acidentes fatais	Acidentes diurnos	+1	(-15; +17)
Acidentes fatais	Acidentes noturnos	+2	(-15; +18)
Carteira de habilitação gradual (motocicletas)			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	-25	(-36; -12)

Todos os programas de GDL incluídos na análise da tabela 6.8.1, com exceção da Suécia, concluíram que as restrições para novos condutores tornaram-se mais rígidas. O limite de idade para a formação do condutor não foi alterado ou estabelecido. Antes de a GDL ser introduzida, as aulas particulares de prática veicular eram possíveis, na maioria dos casos, apenas com pequenas restrições ou condições prévias. Os resultados são, portanto, acerca dos impactos das restrições de acordo com as práticas de direção, mas nada dizem sobre os acidentes depois que elas foram alteradas.

Os impactos da GDL após as restrições terem sido alteradas foram investigados por Agent et al. (2001; Kentucky, EUA), Mayhew et al. (2003; Nova Escócia, Canadá) e Ulmer et al. (2000, 2001; Flórida e Connecticut, EUA). Em todos os estudos, a GDL teve um grande impacto de redução de acidentes durante a prática na direção, mas não há nenhum impacto ou impactos negativos para condutores

que não são diretamente afetados pelas restrições do programa GDL.

Acredita-se que o efeito de redução de acidentes durante a prática de direção se deve, em grande parte, à exposição reduzida devido às restrições e ao aumento da idade média dos principiantes (Shope e Molnar, 2003; McKnight e Peck, 2002).

O tipo e o alcance das restrições dos programas de GDL são relevantes para os impactos nos acidentes. Resultados dos programas classificados em “bom”, “razoável” e “marginal” baseiam-se na meta-análise de Morrissey et al., 2006: os programas “bons” têm a maior redução de acidentes para acidentes fatais, enquanto que programas “razoáveis” e “marginais” geralmente têm impactos menores e não significativos. Uma redução significativa de acidentes fatais noturnos somente foi encontrada nos programas “razoáveis”. Os resultados não mostram quantos

dos programas de GDL, nos três grupos, tinham restrições para direção noturna.

Existem poucos estudos que investigaram os impactos da GDL em homens e mulheres e não há resultados claros sobre as diferenças entre os gêneros. Em uma pesquisa do Oregon (Jones, 1994), foi mostrado o impacto somente entre os homens (redução de 16%), mas não entre as mulheres. Na Suécia o impacto em homens e mulheres é praticamente igual (Gregersen et al., 2000).

Todas as pesquisas sobre GDL aqui apresentadas têm em comum o fato de os resultados terem sido baseados no número total de acidentes para os grupos de condutores (16-17 anos e 18-24 anos, por exemplo). Quando a GDL estava para ser introduzida, o número de habilitações novas aumentou imediatamente antes de o novo sistema entrar em vigor e diminuiu imediatamente depois de ter entrado em vigor. Isto ocorreu porque muitos dos novos condutores quiseram evitar as restrições da GDL (Simard et al., 2002). Na pesquisa não houve controle para as tendências gerais. Vários estudos que encontraram uma diminuição no número de acidentes após a introdução da GDL mostraram que foi, em grande parte, a continuação de uma tendência (Mayhew e Simpson, 2001; Masten e Hagge, 2004). Não é possível calcular em qual grau esses dois fatores conduzem a efeitos superestimados, como mostra a tabela 6.8.1. Os resultados e as diferenças entre os resultados de várias pesquisas sugerem que os efeitos fornecidos poderiam ter sido de 2 a 4 vezes maiores se o número de condutores habilitados e as tendências tivessem sido controlados:

- Alguns estudos estimam o impacto da GDL com base no número de acidentes por condutor habilitado, ao invés do número de habitantes por faixa etária. Gregersen (2000) estimou o impacto da GDL na Suécia com base no número de acidentes por condutor habilitado e km. O resultado é uma diminuição de 18%, que é também menor do que o impacto médio por habitante neste grupo etário.
- Existe apenas um estudo que informa ambos o número total de acidentes e os acidentes por condutor habilitado antes e depois da introdução da GDL (Wiggins, 2004). Nesse estudo, o impacto que é baseado no número total de acidentes diminuiu 43% enquanto que o impacto que se baseia no número de acidentes por condutor habilitado diminuiu 10%.
- Na pesquisa da Nova Zelândia, de Langley et al. (1996), estimou-se uma diminuição da taxa de si-

nistralidade de 23% no grupo etário em questão. Tendo em conta a tendência (redução de acidentes em outras faixas etárias) eles resultam em uma redução de acidentes de 7%.

- Existem vários estudos sobre a GDL na Califórnia que forneceram resultados diferentes dependendo da metodologia. Rice et al. (2004) estimaram que o número de acidentes por habitante na faixa etária 16-17 anos diminuiu em cerca de 20% depois que a GDL foi introduzida. Masten e Hagge (2004) estimaram o impacto da GDL na Califórnia com um modelo de série temporal (ARIMA) com o controle dos efeitos de tendência de longo prazo e as mudanças no número de condutores habilitados (imediatamente antes de a GDL ter sido introduzida, o número de novos condutores habilitados na primeira fase da formação de condutor). O resultado no geral é que a GDL não tem nenhum impacto, mas que leva à redução do número de acidentes noturnos e acidentes com vários passageiros no veículo (a GDL inclui restrições sobre o número de passageiros e da direção noturna).
- Vanlaar et al. (2009) analisaram os efeitos da GDL fundindo dados de 46 estados dos EUA, Washington DC e 11 jurisdições canadenses. Alguns estados norte-americanos adotaram a GDL várias vezes no intervalo de poucos anos. Isso dá um total de 78 resultados e fornece a base para uma análise de regressão multivariada associada aos princípios de meta-análise. Eles investigaram o impacto da GDL em acidentes fatais com jovens de 16, 17, 18 e 19 anos de idade 12 meses antes e 12 meses depois, mas não durante os próprios 12 meses (antes e depois) da data de introdução da GDL. Isso foi para evitar adaptações de comportamento (muitos tiraram sua carteira de habilitação antes de o regime entrar em vigor para não serem afetados pelas restrições que os sistemas de GDL podem implicar). As fontes de dados foram os acidentes fatais retirados de FARS (EUA) e Traider (Canadá). Foram usados dados brutos para evitar a possível existência de viés de publicação nos efeitos relatados, pois os dados foram colhidos diretamente a partir das estatísticas de mortalidade em acidentes nos dois países. O grupo de controle consistiu de acidentes fatais entre condutores com idade de 25 a 54 anos. Eles encontram um impacto de 19,1% de redução no risco de morte para jovens de 16 anos, mas não para outras faixas etárias. O cálculo deste impacto nos condutores de 16 anos de idade parece plausível, mas para os outros resultados relatados há muitas condições repreensíveis relativas à metodologia,

em razão da qual não se atribuiu confiança aos resultados apresentados. Isso inclui um elevado número de variáveis em relação ao número de resultados (30 vs 78), a falta da correção de Bonferroni no nível de significância (foram 92 as hipóteses testadas), distribuição muito distorcida de variáveis dummy e falta de comunicação sobre a falta de dados. Apesar dessas deficiências referentes à metodologia, ainda confia-se no impacto sobre a redução de 19,1% do número de acidentes fatais entre condutores de 16 anos de idade (Vanlaar et al., 2009).

GDL: Efeitos da prática de direção

Os programas de GDL, que estão incluídos nos resultados da tabela 6.8.1, com exceção da Suécia, implicam restrições mais rigorosas durante a prática de direção. Na Suécia (Gregersen et al., 2003) o limite de idade para formação de condutor foi reduzido (de 17,5 para 16 anos), mas o limite de idade para a carteira da habilitação sem restrições manteve-se inalterado (18 anos). O risco de acidentes entre os condutores com a habilitação sem restrições (após o período de restrições e de prática de direção) foi reduzido em 46% para aqueles que haviam começado a prática de direção aos 16 anos. Para aqueles que não haviam começado a prática de direção mais cedo do que era possível, antes que o novo sistema fosse introduzido (17,5 anos), o risco de acidentes permaneceu inalterado. Embora aconteçam alguns acidentes durante a prática de direção, a redução do número de acidentes depois da prática é grande o suficiente para que sejam mais do que compensados os acidentes que possam ocorrer devido a uma fase prolongada de prática de direção.

Um pré-requisito para que a GDL funcione é que a prática de direção seja realizada. De acordo com Mayhew (2003), a maioria dirige muito mais (2-3 vezes por semana) e em situações de risco relativamente baixo, ou seja, não dirige em rodovias, por exemplo.

GDL: Impactos da formação e exames de direção

Os requisitos de formação são muito diferentes entre os programas de GDL. Alguns programas não têm formação, alguns incluem treinamento teórico ou prático obrigatório ou voluntário, outros programas permitem encurtar a prática de direção com restrições.

Vários estudos sobre os impactos da formação conforme a GDL mostram que ela não tem efeitos sobre os acidentes, infrações ou estilo de direção arriscado (Mayhew, 2003; McKenna et al., 2000; Masten, 2004; Christie, 2001). Na França, onde a formação do condutor profissional pode acontecer voluntariamente, não foi encontrado nenhum impacto nos acidentes durante os dois primeiros anos depois da aprovação no exame de prático de direção (Page et al. 2004). Ao serem reduzidos os requisitos do treinamento prático na Noruega, Suécia, Dinamarca e Finlândia, a taxa de acidentes não aumentou (Christie, 2001).

De acordo com dois estudos do Canadá (Boase e Tasca, 1998; Wiggins, 2004) e uma pesquisa em 47 estados nos EUA (Levy, 1990; antes da introdução da GDL), o impacto da educação sobre os acidentes é menor do que o impacto da prática de direção. O treinamento pode, portanto, causar mais acidentes quando este torna possível encurtar o período de prática de direção. Wiggins (2004) encontrou 27% mais acidentes para aqueles que haviam participado de cursos credenciados. Isso esclarece que possibilitar a participação em cursos credenciados permite a isenção de uma parte da prática de direção, que por sua vez leva ao aumento do número de acidentes. Aqui é a prática de direção que assegura a redução no número de acidentes, mas os cursos que permitem a redução da prática de direção favorecem o aumento do número de acidentes.

Um estudo dinamarquês detectou um efeito de redução de acidentes para uma reestruturação da educação formal do condutor: elementos importantes da formação, tais como a formação em direção defensiva e situações de risco com ênfase na percepção de riscos no trânsito e o aumento do conhecimento sobre comportamento e risco associado aos demais usuários da rodovia. Este ensino começa com a teoria, depois vêm as aulas práticas de direção no trânsito em áreas de tráfego mais simples, com a progressão para os exercícios de direção mais complexos (Carstensen, 2002). O estudo confirma uma redução real no número de acidentes envolvendo condutores jovens após a reorganização da formação dos condutores no primeiro ano após o exame de direção; no geral, trata-se de condutores com idade entre 18-19 anos. Eles encontraram uma diminuição no risco relativo de cerca de 4,6 para 3,85 para acidentes com terceiros ($p < 0,05$), mas não para acidentes individuais e acidentes de manobra de marcha a ré (estacionamento). A redução pode ser explicada por mudanças na população, redução

na frequência da ingestão de álcool ao dirigir, exposição menor, invernos suaves ou outras condições. Carstensen salienta a importância do ensino focado em detalhes, descrevendo ao que se deve atentar e o que se fazer em caso de emergência.

Os resultados da investigação sobre os impactos de exames práticos de direção na sua maioria não encontraram nenhuma redução no número de acidentes (Mayhew, 2003). Um teste para a percepção de risco, no entanto, mostrou uma correlação com risco futuro para acidentes com vítimas (Congdon, 1999).

GDL: Impactos das restrições de direção noturna, consumo de álcool e número de infrações

A tabela 6.8.2 mostra os impactos da GDL com e sem várias restrições sobre os acidentes (todos os níveis de gravidade).

A tabela 6.8.2 mostra que o impacto da GDL com e sem **restrições de direção noturna** não é diferente quando todos os tipos de acidentes são tratados em conjunto, mas eles não são inteiramente comparáveis, porque os programas de GDL sem proibição de direção noturna têm outras restrições que podem explicar o efeito geral da redução de acidentes. O impacto dos acidentes noturnos é muito maior quando a GDL inclui restrições noturnas. Vários estudos sobre os efeitos do componente proibição noturna da GDL também encontraram grande diminuição no número de acidentes (Shope e Molnar, 2003; Masten, 2004; Lin e Fearn, 2003; Boase e Tasca, 1998). Doherty e Andrey (1997) estimaram uma diminuição de todos os acidentes em 10% e de acidentes fatais em 24%, enquanto a direção diminuiu apenas 4%. A investigação de Cooper et al., 2004,

sugere que a GDL, no entanto, não tem qualquer impacto sobre os acidentes noturnos. A redução nos acidentes noturnos encontrada após a introdução da GDL foi menor que a esperada em função da tendência da diminuição geral de acidentes noturnos nos anos anteriores à GDL. A restrição noturna não teve impacto sobre o quanto os jovens condutores dirigiam à noite.

Os programas GDL com restrições especiais de ingestão de álcool parecem ter menos impacto sobre os acidentes que outros programas (tabela 6.8.2). Os impactos da proibição de álcool provavelmente limitam-se a acidentes que envolvem ingestão de álcool, mas não é possível comparar os impactos sobre esses acidentes (nenhuma das pesquisas sobre a GDL sem restrição à ingestão de álcool relata os impactos nos acidentes relativos ao álcool). Vários estudos sobre os impactos de restrições específicas de álcool, no entanto, encontraram uma redução de acidentes (Masten, 2004; Boase e Tasca, 1998). Esses efeitos podem ser influenciados por uma tendência geral (em longo prazo) que leva a uma redução dos acidentes relacionados com a ingestão do álcool ao longo do tempo. Esses efeitos podem ser influenciados por uma tendência geral de reduzir os acidentes relacionados ao álcool a longo prazo. Na pesquisa de Shope et al. (2001), os acidentes relacionados à ingestão do álcool diminuíram após a introdução da GDL, embora em menor grau do que o que se esperaria por conta da tendência. Masten e Peck (2004), no entanto, controlaram os impactos de tendência e encontraram uma diminuição nos acidentes envolvendo álcool e direção.

Cerca da metade dos programas de GDL incluídos na análise da tabela 6.8.2 incluem medidas **especiais como resultado de infrações de trânsito ou acidentes** que são mais restritivas que para os

TABELA 6.8.2: IMPACTOS DE DIFERENTES RESTRIÇÕES SOBRE ACIDENTES (TODOS OS NÍVEIS DE GRAVIDADE).

GDL	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes sobre os quais atuam	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Com proibição noturna	Todos os acidentes	-18	(-23; -12)
Sem proibição noturna	Todos os acidentes	-19	(-29; -9)
Com proibição noturna	Acidentes noturnos	-46	(-54; -36)
Sem proibição noturna	Acidentes noturnos	-10	(-15; -5)
Com limite de álcool no sangue	Todos os acidentes	-17	(-24; -9)
Sem limite de álcool no sangue	Todos os acidentes	-20	(-28; -12)
Número máximo de infrações	Todos os acidentes	-21	(-28; -14)
Sem número máximo de infrações	Todos os acidentes	-15	(-19; -11)

condutores com carteira de habilitação sem restrições. Estes programas têm maior efeito de redução de acidentes que outros (tabela 6.8.2). Um estudo alemão (Schade, 2005) pôde, ademais, mostrar uma correlação entre as pontuações na carteira de habilitação e o risco futuro de acidente. Um limite mais rigoroso no número máximo de infrações de trânsito e outras medidas como consequência de exceder este número máximo podem, portanto, ser considerados como um componente eficaz da GDL. Na Alemanha foi feita uma tentativa de registrar dados sobre os diferentes parâmetros de direção nos automóveis de novos condutores, fazendo-se o possível para reconstruir o acidente, provando, assim, a culpa. Acreditava-se que isso levaria a um estilo de direção mais bem adaptado, mas não foi encontrado nenhum impacto nem nos acidentes, nem nas infrações nem no estilo de direção (Heinzmann e Schade, 2003).

O número de **passageiros** no veículo aumenta o risco de acidentes para os jovens condutores (Lin e Fearn, 2003). Há poucos estudos que pesquisaram o impacto das restrições do número de passageiros, mas Masten e Hagge (2004) encontraram uma redução significativa nos acidentes com mais passageiros como resultado da introdução de um programa GDL com restrições sobre o número de passageiros durante a prática de direção nos primeiros 6 meses.

Alguns programas de GDL incluem restrições à direção em **rodovia** ou em vias com altos limites de velocidade. Os resultados empíricos deste tipo de restrição são contraditórios. Doherty e Andrey (1997) encontraram um aumento do número de acidentes como resultado das restrições à direção em vias de alta velocidade. Boase e Tasca (1998) encontraram uma redução no número de acidentes.

As restrições associadas à GDL podem causar uma redução de acidentes por reduzirem a exposição. Isso pressupõe que as restrições sejam seguidas. Mais fiscalização, portanto, possivelmente melhora a eficácia da GDL (Masten e Hagge, 2004). Mas a atitude de pais e adolescentes é pré-requisito fundamental para que a GDL seja eficaz. Pesquisas sobre a atitude de pais e adolescentes em um programa GDL consideram-na na maioria das vezes positiva. Mayhew (2003) apresenta resultados de várias pesquisas nos EUA que mostram entre 80% e 90% de apoio às restrições da GDL. No entanto, as restrições não são sempre seguidas na prática (Rice et al., 2004; Masten e Hagge, 2004; Goodwin e Foss, 2004), mas a maioria dirige com mais cuidado para

evitar a autuação, o que também pode ser pensado como um impacto favorável sobre os acidentes (Goodwin e Foss, 2004).

Impacto na mobilidade

A medida que envolve restrições reduz a mobilidade dos jovens condutores que as respeitam (proibição noturna, necessidade de supervisão de outro condutor habilitado, curso, possibilidade de realizar trabalho). Com a mobilidade reduzida, as medidas também podem levar a menos acidentes entre os condutores jovens na primeira ou nas duas primeiras fases de treinamento (Agent et al., 2001), o que pode contribuir para a melhoria do fluxo de tráfego para outros usuários da via.

A medida que resulta na possibilidade de dirigir mais cedo do que antes melhora a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Do mesmo modo que para mobilidade, a carteira de habilitação gradual e as restrições de circulação podem ter impactos indiretos sobre o meio ambiente, já que contribuem para reduzir o volume de tráfego.

Custos

Não há nenhum índice de custo norueguês para a carteira de habilitação gradual e restrições de circulação, já que essas medidas ainda não foram implementadas na Noruega. Os custos diretos associados às restrições de circulação para os jovens condutores são provavelmente pequenos. Algumas atividades de controle são necessárias para garantir o cumprimento de, por exemplo, a proibição da circulação noturna. Um sistema de habilitação gradual, como tem sido praticado em outros países, custaria um pouco mais. Em primeiro lugar, esse sistema envolve a emissão de carteiras de habilitação repetidas vezes (primeiro aquelas com limitações e depois uma carteira da habilitação tradicional). Em segundo lugar, os sistemas com carteira de habilitação gradual muitas vezes combinam muitas mais severas contra infrações de trânsito cometidas por condutores jovens. Isso requer o estabelecimento de um sistema especial de multas para esses condutores, possivelmente relacionado ao esquema de pontuação de carteira que foi introduzido em 2004 na Noruega.

Além dos custos diretos, as restrições de circulação para os jovens condutores têm um custo indireto em termos de desvantagem devido à direção restrita. Essas desvantagens podem ser significativas quando muitos jovens condutores têm um grande prazer em dirigir e às vezes fazem-no somente por esta razão.

Avaliações de custo-benefício

Avaliações de custo-benefício e restrições de circulação dependem de quais sistemas de habilitação são comparados, por exemplo, antes e depois de um novo sistema ser introduzido. Para as novas regras de formação de condutores introduzidas na Noruega em 2005 não há até agora nenhuma avaliação dos custos e benefícios.

Os resultados empíricos sobre a carteira de habilitação gradual e restrições de circulação sugerem que os programas tenham maior benefício em termos de menos acidentes já que eles envolvem mais prática de direção e direção sob condições menos exigentes (especialmente à noite).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As disposições que regulamentam a formação do condutor são estabelecidas pelo Ministério dos Transportes e das Comunicações e pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. São estas autoridades que devem se posicionar sobre a carteira de habilitação gradual e sobre as restrições de circulação na Noruega.

Requisitos e procedimentos formais

As disposições que regulamentam a formação do condutor são encontradas no Código de leis viárias, regulamentações relativas às habilitações e à formação dos condutores e exames de direção, etc. Em conformidade com os requisitos regulamentados, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega desenvolve planos de ensino para formação de condutores nas diversas classes de licença (M146, M147, A1, A, B, BE, C1, C1E, C, CE, D1, D1E, D, DE, T e S). Os planos de ensino fornecem orientação sobre como as autoescolas devem realizar o treinamento.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável por certificar-se de que as autoescolas e os organizadores de curso de formação de condutores estejam em conformidade com os planos de ensino das diversas categorias de habilitação. Como exame de direção, controlam-se o conhecimento do condutor e as habilidades necessárias para que a licença seja concedida.

6.9 SISTEMAS DE MOTIVAÇÃO E RECOMPENSAS NAS EMPRESAS

Capítulo escrito em 1997 (TØI)

Problema e finalidades

Motoristas profissionais têm risco de morte cerca de três vezes maior que a média para todas as outras atividades profissionais, calculado em 100 milhões de pessoas-hora (Fosser e Elvik, 1996). Assim, o trabalho de motorista profissional é considerado um trabalho perigoso quando comparando às outras profissões. Os motoristas também podem trabalhar em condições que aumentam o risco de acidentes. Em uma pesquisa norueguesa entre motoristas de veículos de carga e de ônibus, 57% dos motoristas de veículos de carga e 25% dos motoristas de ônibus relataram não ter problemas de tempo em relação ao horário de trabalho (Nygard e Tellnes, 1994). Aqueles que apresentaram problemas em termos de horário de trabalho estiveram envolvidos em acidentes com maior frequência (30%) que aqueles que não apresentaram os mesmos problemas (21%). Quase metade dos motoristas de ônibus tiveram problemas com horário de trabalho. Uma pesquisa de ambiente de trabalho e saúde trabalhista descobriu que um muitos motoristas profissionais sentem que colocam a vida de outras pessoas ou suas próprias vidas em perigo (Grimsmo, 1995). 90% dos motoristas de ônibus e 71% dos motoristas de veículos de carga/caminhão enfrentam isso por mais de ¼ do tempo. No geral, em outros locais de trabalho esta mesma sensação é relatada por apenas 10% dos trabalhadores. Uma pesquisa entre os caminhoneiros dos EUA mostrou que 26% trabalham sob pressão de horário e que eles são forçados a desobedecer às leis de trânsito, principalmente em relação à velocidade, a fim de entregar os produtos dentro do tempo que estava estipulado (Beilock, 1995). Por outro lado, o risco de morte por 100 milhões de pessoas-hora

para motoristas profissionais é aproximadamente metade do risco para os outros usuários da via. Isso pode indicar que os motoristas profissionais são melhores condutores que a média dos condutores de automóvel.

Em uma pesquisa americana analisou-se se as características específicas das empresas poderiam ter ligação com o índice de acidentes (Moses e Savage, 1994). O indicador mais claro dessa relação foram os procedimentos internos de registro de acidentes das empresas. As empresas, que não tinham procedimentos fixos para registros de acidentes, mostraram uma taxa de acidentes nove vezes mais elevada que as empresas que tinham essas rotinas estabelecidas. As empresas que não controlavam ou não estavam familiarizadas com as determinações do tempo de direção e descanso dos motoristas apresentaram 30% mais acidentes que aquelas que realizavam esse controle (Moses e Savage, 1994).

É possível exercer influência sobre o comportamento das pessoas e modificá-lo. A mudança de comportamento pode ser alcançada pelo aprendizado, e a psicologia tem desenvolvido e estabelecido diferentes teorias de aprendizagem (Chaplin e Krawiec, 1970). No uso diário normalmente se utilizam os termos “penalidade” e “recompensa” para se referir a como essa aprendizagem acontece. A motivação dos motoristas em dirigir com segurança é um fator importante sobre o risco de acidentes. Conhecimentos, habilidades, projeto viário, sinalização e informações não ajudam se a motivação do motorista para a direção segura for ofuscada por outros motivos, tais como a mobilidade, a satisfação com a velocidade e a busca por situações de risco (Sagberg, 1994).

Sanções sob a forma de penalidades como multas, sistema de pontuação, suspensão da carteira de habilitação e similares só podem ser aplicadas pelas autoridades. Outras organizações e empresas que necessitam de transporte para a sua atividade e que tenham condutores profissionais entre os seus contratados podem ter interesse em implantar meios de reduzir o índice de acidentes. As empresas não têm autoridade legal para impor penalidades financeiras e devem adotar outros tipos de soluções se quiserem influenciar o comportamento dos condutores. A empresa deve, também, ajustar a aplicação de penalidade aos efeitos que isso terá na cultura corporativa em geral e na motivação dos empregados durante a execução de trabalhos. Há motivos para argumentar-se que uma punição mui-

to dura pode produzir o efeito oposto ao que se quer alcançar (Dickens, 1986; Mann et al., 1991). Por isso, pode ser mais vantajoso para as empresas usarem sistemas de motivação e/ou recompensa para influenciar o comportamento dos seus motoristas.

Os sistemas motivacionais ou de recompensa nas empresas pretendem afetar o comportamento dos funcionários motoristas (e/ou ambiente de trabalho) de tal forma que o índice de acidentes diminua.

Descrição da medida

Pode-se distinguir entre duas estratégias que têm potencial para afetar o índice de acidentes e/ou lesões entre os motoristas profissionais. Uma estratégia inclui intervenções na estrutura corporativa e no ambiente de trabalho em geral (ou seja, as condições subjacentes sob as quais os motoristas profissionais operam e que podem afetar o índice de acidentes) em termos de pressão relativa ao tempo, consciência de segurança corporativa em geral e fatores motivacionais em função das condições externas e do ambiente de trabalho.

Outra estratégia inclui o uso de medidas mais diretamente destinadas ao comportamento dos motoristas profissionais que se acredita que estejam relacionadas aos acidentes, ou medidas para reduzir a severidade dos acidentes (como o uso de cintos de segurança, por exemplo).

Impacto sobre os acidentes

Existem três estudos em que foi avaliado o impacto sobre os acidentes de vários tipos de medidas de incentivo e motivação. Misumi (1982; Japão) estudou o impacto do grupo de discussões sobre segurança viária entre os condutores de uma empresa. Gregersen e Morén (1990; Suécia) e Gregersen et al. (1996; Suécia) realizaram um estudo de quatro medidas diferentes: treinamento de direção; impacto no comportamento de discussões em grupo; bônus para direção sem acidentes com vítimas e campanhas. Sagberg (1994; Noruega) estudou o impacto de prêmios coletivos na redução de acidentes e dos cartazes informativos com estatísticas de acidentes com vítimas mensais, além de discussões em grupo. O primeiro estudo é uma pesquisa de antes e depois, sem grupo de controle. Os dois últimos são de antes e depois, com grupo de controle.

Em todos os três estudos as medidas não tiveram impacto sobre acidentes com danos materiais (-12; 13). Para acidentes com vítimas, há uma redução de 18% (-28; -6), que é estatisticamente significativa.

O resultado de uma pesquisa japonesa (Misumi, 1982) é particularmente incerto e provavelmente inclui modelos de regressão não controlados. Há razões para desconsiderar um dos resultados do estudo norueguês (Sagberg, 1994), pois um dos grupos foi submetido a mudanças organizacionais no período da pesquisa sob a forma de um forte crescimento no volume de trabalho, resultando no aumento da pressão sobre o tempo e o estresse. Isso levou a um aumento de 300% nos acidentes. Quando esses resultados são excluídos, ou seja, tanto a pesquisa japonesa quanto uma das pesquisas de Sagberg, a melhor estimativa do impacto da medida é uma redução estatisticamente significativa do número de acidentes em 18%. O melhor efeito foi obtido no grupo que utilizou os impactos comportamentais nas discussões em grupo. Neste grupo, os acidentes foram reduzidos quase à metade. Nos grupos que utilizaram o treinamento de direção, os bônus para direção sem danos e as várias medidas que foram utilizadas no estudo norueguês, foram obtidas reduções de acidentes de, respectivamente, 32%, 16% e 20%. No último dos grupos não foram utilizadas campanhas, de modo que houve um aumento de 36% nos acidentes.

A avaliação de empresas norte-americanas de Moses e Savages (1994), que considerou inúmeras características comerciais e sua importância sobre os acidentes, apresentou as seguintes conclusões:

- Os acidentes diminuem de acordo com o tamanho da empresa, e não com a idade corporativa.
- Registros internos e pesquisas sobre acidentes que envolvam autoridades sobre o assunto e o uso de treinamento ou medidas disciplinares para motoristas em relação aos acidentes que poderiam ser potencialmente evitáveis parecem ser os fatores mais importantes para reduzir o índice de acidentes em uma empresa. Esses comportamentos podem ser um sinal claro da gestão da empresa para os seus motoristas de que o acidente é levado a sério.
- A obediência às determinações federais em relação à direção e descanso impostas pelas autoridades e o controle das empresas para garantir seu cumprimento levam a uma redução do número de acidentes. O cansaço entre os motoristas parece

ser um fator que contribui frequentemente para muitos acidentes.

- Descobriu-se que empresas com políticas de segurança, que consistiam em obter referências de terceiros para a contratação dos motoristas e valiam-se da utilização de punições disciplinares contra os motoristas que quebraram as regras de tempo de direção e descanso e possuíam como rotina o monitoramento da velocidade na direção entre os motoristas, eram associadas a um aumento no número de acidentes. Isso parece paradoxal, mas quando se trata das disposições sobre tempo de direção e descanso, parece haver uma diferença entre o motorista receber punição disciplinar pelo não-cumprimento (algo que aumentou o número de acidentes) ou apenas ser controlado o não-cumprimento dessas disposições (o que reduziu o número de acidentes).

Impacto na mobilidade

Os sistemas de recompensa e motivação não têm nenhum impacto documentado sobre a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Os sistemas de recompensa e motivação não têm nenhum impacto documentado sobre o meio ambiente.

Custos

Estimativas norte-americanas mostram que os custos econômicos associados aos acidentes com vítimas envolvendo motoristas profissionais são seis vezes maiores que os custos associados aos acidentes com vítimas em outros tipos de trabalho (Miller e Galbraith, 1995).

Na pesquisa de Gregersen e Moréns, foram estimados os custos das medidas e as alterações nos custos das lesões (tabela 6.9.1).

A tabela mostra que nenhuma das estratégias aplicadas resultou em uma economia que pesou nos custos acumulados durante o período da aplicação das medidas (Gregersen e Morén, 1990). No grupo em que as campanhas foram usadas como medidas, os acidentes aumentaram 36%. Ainda não há explicação de como o custo dessa medida poderia ser economizado.

TABELA 6.9.1: PANORAMA DOS CUSTOS E REDUÇÕES DE CUSTO DEVIDO AO MENOR NÚMERO DE ACIDENTES COM A UTILIZAÇÃO DE PROGRAMAS DE RECOMPENSA E MOTIVAÇÃO APLICADOS NA EMPRESA SUECA TELEVÄRKET. EM SEK 1.000 (de Gregersen e Morén, 1990).

Medida/grupo	Custo da medida por 10.000 km	Alteração no custo de acidentes por 10.000 km - 1987 e 1988		Tempo de retorno do investimento
Bônus	454	- 102	- 279	1,6 ano
Treinamento de direção	2.575	- 160	- 368	7 anos
Discussão em grupo	649	- 90	- 555	1,2 ano
Campanhas	938	- 26	- 342	2,7 anos
Controle	0	- 117	- 103	-

Na pesquisa norueguesa, não há nenhum cálculo a respeito do custo da medida (Sagberg, 1994).

Avaliações de custo-benefício

Nas pesquisas utilizadas neste capítulo, não há nenhuma análise direta de custo-benefício. Na pesquisa sueca, no entanto, calculou-se quanto tempo seria necessário para reaver os custos das medidas, assumindo-se que a redução foi mantida no nível mostrado para o ano de 1988 (Gregersen e Morén, 1990). A tabela 6.10.3 mostra que as discussões em grupo foram a medida que levaria ao mais rápido retorno do investimento (em 1,2 ano). O sistema de bônus mostrou-se igualmente eficaz, enquanto o treinamento de direção foi a medida mais onerosa, com seu retorno previsto para 7 anos.

A pesquisa norueguesa foi baseada em um cálculo dos custos de danos reais que as empresas tiveram em três tipos de acidentes diferentes (Sagberg, 1994). Nos danos externos em que o motorista da empresa foi responsável, as indenizações de seguro revelaram um custo de NOK 26.500 por dano. Os danos internos apresentaram um custo de NOK 6.500, enquanto os danos no vidro dos faróis e outros danos descobertos na inspeção do veículo foram estimados em média em NOK 1.500 por dano. No departamento para o qual o índice de acidentes diminuiu, a economia total foi estimada em cerca de NOK 422.000, ou NOK 0,131 por quilômetro percorrido. No segundo grupo, o número de acidentes aumentou e o aumento dos custos foi estimado em cerca de NOK 745.000, ou NOK 0,414 por quilômetro percorrido.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A empresa pode tomar a iniciativa de estabelecer a medida.

Requisitos e procedimentos formais

Não existem requisitos formais para processos que envolvam autoridades ou outras organizações fora da própria empresa.

Responsabilidade pela execução da medida

A empresa deve assumir a responsabilidade pela execução da medida.

6.10 REGULAMENTAÇÃO DE TEMPO DE DIREÇÃO E DE DESCANSO

O capítulo foi revisado em 2014 por Alena Høyve (TØI)

As regras em relação ao tempo de direção e descanso destinam-se a reduzir o risco de acidentes causados por motoristas de veículos pesados que, devido ao cansaço, adormecem ao volante. O risco de acidentes na décima e décima primeira horas de direção, o que é ilegal sob as regras atuais, é, respectivamente, 80% e 140% maior que na nona hora de direção (a última hora do período legal). As pausas, necessárias após 4,5 horas de direção, reduzem o risco de acidentes, sem que seja possível quantificar o efeito. Os motoristas que cumprem um descanso diário mais curto que o limite legal (menos de 11 horas) têm em média risco 17% maior de acidentes que os motoristas que cumprem um período de descanso diário legal. Para o tempo semanal de direção e descanso não foram encontrados resultados empíricos que mostrassem o impacto sobre o risco de acidentes. Outros fatores relacionados ao tempo de trabalho e direção dos motoristas que aumentam o risco de acidente foram, entre outros, o trabalho por turno (principalmente em turnos irregulares), dirigir quando há um grande volume de tráfego e um longo tempo de trabalho usado para carga e descarga.

Problema e finalidades

Dirigir requer do condutor atenção constante na via, nos outros usuários e nos veículos de passeio que trafegam ao lado. Longos períodos de direção sem pausa podem diminuir a atenção e aumentar o tempo de reação do condutor (Lisper et al., 1971; Lisper, 1977; Sagberg et al., 2004; Nordbakke, 2004), o que pode aumentar a probabilidade de acidentes. A fadiga devido à longa direção pode ser um problema especialmente para motoristas profissionais, que muitas vezes têm que dirigir longas distâncias e sob pressão de tempo, pois eles têm muitas outras opções para reduzir seu tempo de chegada ao destino a não ser ir mais rápido (o que muitas vezes não é possível) ou realizar menos paradas para descanso e também mais curtas. Uma pesquisa com motoristas profissionais mostrou que 75% já passaram pela experiência de adormecer ao volante (36%) ou estarem tão cansados que tiveram medo de pegar no sono (39%); 13% afirmaram que dormiram no último ano e 40% deles, mais do que três vezes. A taxa dos motoristas que adormeceram durante o último ano foi mais elevada no grupo mais jovem (19 a 25 anos: 30%); entre os condutores de veículos pesados ou caminhões de grande porte (15% *vs* 11% entre os motoristas de ônibus) e entre os motoristas de transporte de longa distância (mais de 150 km: 42%). Longas horas de trabalho também em outras profissões provaram estar relacionadas com um alto risco de acidentes. Um estudo da literatura mostrou que o risco de acidentes é em média cerca de duas vezes maior depois de 12 horas úteis do que após 8 horas de trabalho (Wagstaff & Small, 2011). O esquema de turnos de trabalho noturno também implica aumento de acidentes.

Para reduzir o risco de acidentes causado por motoristas cansados ou que adormecem ao volante, há regras sobre o tempo que os condutores de veículos pesados podem dirigir sem pausa e o tempo que eles devem parar para descansar por dia e por semana.

Descrição da medida

As regras relativas a tempo de direção e descanso incluem ônibus (excluindo micro-ônibus) e caminhões, ou seja, veículos destinados ao transporte de mercadorias com um peso total de 3,5 toneladas ou mais. O conteúdo principal das regras está compilado no site vegvesen.no (<http://www.vegvesen.no/Kjoretoy/Yrkestransport/Kjore+og+hviletid>) conforme:

Período diário de direção: não se deve exceder nove horas diárias de tempo de direção. Duas vezes por semana este período pode ser estendido para 10 horas por dia.

Período de semanal de direção: o tempo total de direção não pode exceder 56 horas semanais; o tempo total para 14 dias não deve exceder 90 horas, sempre que as regras relativas à jornada de trabalho do motorista assim o autorizem.

O período mais longo de direção sem pausa: depois de um período de direção de quatro horas e meia, o condutor deverá realizar uma pausa ininterrupta de no mínimo 45 minutos. Esta pausa pode ser substituída por uma pausa de no mínimo 15 minutos, seguida de outra de no mínimo 30 minutos. O motorista não deve realizar outros trabalhos durante os intervalos de descanso. Pausas na direção não podem ser consideradas um período de repouso diário.

Descanso diário: durante cada período de 24 horas, o condutor deve ter um período de descanso de no mínimo 11 horas consecutivas. O tempo de descanso pode ser encurtado para nove horas consecutivas até três vezes por semana.

Descanso semanal: após seis dias, os motoristas devem realizar um período de descanso de no mínimo 45 horas; o período de descanso semanal pode ser reduzido para 24 horas a cada duas semanas (a redução deverá ser compensada por um período de descanso correspondente).

Para garantir o controle das disposições, todos os veículos abrangidos pela regulamentação de tempo de direção e de descanso têm um tacógrafo que registra o tempo de direção e o tempo de inatividade. Se o veículo possuir tacógrafo digital, os motoristas deverão ter um cartão de condutor. Se o veículo possuir equipamentos de gravação analógica, os motoristas deverão ter as folhas de registro substituídas quando o período de direção diária terminar. O controle do tempo de direção e descanso é realizado pela polícia e pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

O número de controles de direção e repouso nas vias tem sido relativamente estável ao longo dos últimos 20 anos (120.510 em 1995, 101.000 em 2006 e 116.066 em 2013). O número de inspeções em empresas foi de 75.773 em 1995, 86.000 em 2006 e aumentou para 250.217 em 2013 (Statens vegvesen, 1996, 2007, 2014). A observância das regras em 2013 foi de 68%

para o descanso diário e 79% para o repouso semanal (Statens vegvesen, 2014). A observância do descanso diário em 2013 foi menor que entre 1999-2002 (entre 91% e 93%; Amundsen & Karner, 2003).

Impacto sobre os acidentes

Não existem pesquisas que mostrem o impacto sobre os acidentes de todos os itens referentes à regulamentação do tempo de direção e de descanso. As pesquisas que foram encontradas tratam de algumas das regras, que serão discutidas a seguir. Além disso, discute-se concisamente a importância das condições econômicas para o risco de acidentes na indústria de caminhões.

Tempo de direção

Houve diversas pesquisas sobre a relação entre a duração do tempo de direção por dia e o risco de acidentes. Os resultados apresentados aqui se baseiam nas seguintes pesquisas:

Harris & Mackie, 1972 (EUA);
 Hackman, Larson & Shinder, 1978 (EUA);
 Mackie & Miller, 1978 (EUA);
 Jones & Stein, 1987 (EUA);
 Stein & Jones, 1988 (EUA);
 Lin, Jovanis & Yang, 1993 (EUA);
 Frith, 1994 (Nova Zelândia);
 Jovanis et al., 2005 (EUA);
 Hanowski et al., 2008 (EUA);
 Park & Jovanis, 2010 (EUA) e
 Jovanis et al., 2012 (EUA).

Os resultados da maioria dos estudos mostram que o risco de acidentes aumenta ao longo da jornada de trabalho tanto para o número de acidentes quanto no que diz respeito à sua severidade. A figura 6.10.1 mostra a variação no risco de acidentes da primeira para a décima primeira hora de direção segundo estes estudos. O aumento do risco de acidentes é estatisticamente significativo a partir da quinta hora para o número total de acidentes (gravidade não especificada) e a partir da sétima hora para acidentes com feridos. Uma exceção é o estudo de Hanowski et al. (2008), cujos resultados são mostrados separadamente na figura 6.10.1. Neste estudo verificou-se que o risco de acidentes é maior na primeira hora e menor em todas as horas subsequentes até a décima primeira hora de direção. Como possíveis explicações para o aumento do risco de acidentes na pri-

meira hora, tem-se que muitos motoristas começam a dirigir logo após acordar, o que pode significar que eles estão cansados e pouco concentrados e por isso começariam a dirigir com risco mais alto.

A realização de pausas durante a jornada de trabalho não foi levada em consideração nas pesquisas que fundamentaram a figura 6.10.1. Jovanis et al. (2012) mostram que a relação entre a direção e o risco de acidentes não é significativamente alterada quando há controle estatístico de padrões de pausas e direção. Motoristas que fazem duas pausas têm risco de acidentes cerca de 50% menor que aqueles que fazem menos (ou mais) pausas. Outro estudo pesquisou a relação entre a direção sem pausas e acidentes (Hackman et al., 1978) e não foi encontrado nenhuma alteração significativa no risco de acidentes ao longo do tempo.

Pausas

Após 4,5 horas de direção, deve-se ter uma pausa de 45 minutos, que pode ser reduzida para 30 minutos. Jovanis et al. (2012) mostraram que os motoristas que fazem duas pausas têm um risco de acidente cerca de 50% menor que aqueles que faziam menos (ou mais) pausas.

Para os motoristas de ônibus, a importância da duração das pausas na direção foi pesquisada nos Países Baixos por Pokorny et al. (1987). Os condutores que fizeram pausas de até 69 minutos apresentaram risco de acidentes cerca de 3% mais baixo que aqueles que não fizeram nenhuma pausa (intervalo de confiança de 95% [-22; 21]). Um aumento da duração da pausa frequentemente envolve uma redução do risco de acidentes, mas sem que haja nenhuma relação clara entre a duração da pausa e a redução dos acidentes. No geral, os resultados indicam que a duração das pausas na direção tem pouca influência no risco de acidentes.

Descanso diário

Hanowski et al. (2007) mostraram que a privação do sono é um fator de risco para acidentes em um estudo sobre a direção com motoristas de caminhão que demonstra que os motoristas que se envolveram em quase-acidentes na décima ou décima primeira hora de direção haviam tido menos horas de sono antes de conduzir (5,3 vs 6,6 horas). A relação entre a duração do descanso diário e risco de acidentes foi investigada por Lin et al. (1993) e os resultados

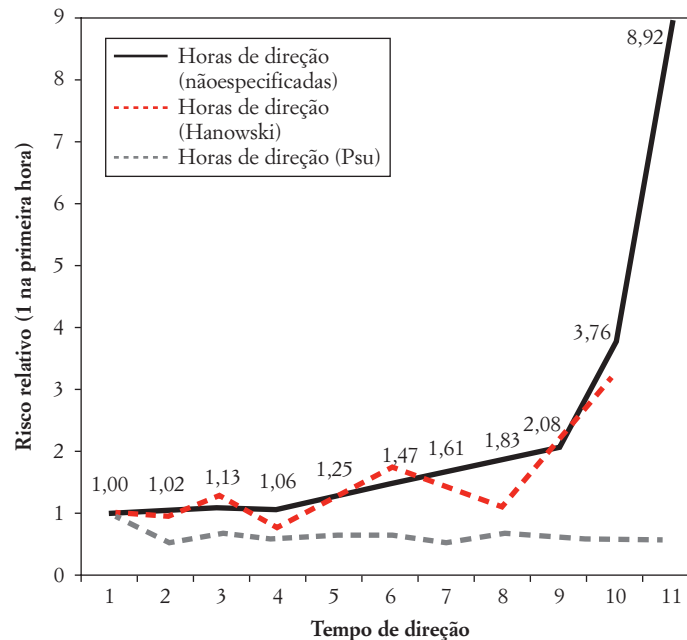


Figura 6.10.1: Relação entre o tempo de direção (por unidade de tempo) e o risco relativo de acidentes (o risco é igual a 'um' nas primeiras horas de direção) entre os motoristas de caminhão.

mostraram que os motoristas que fazem um descanso diário menor que o previsto em lei (menos de 11 horas) têm um risco de acidentes em média 17% mais elevado que aqueles que descansam durante o período diário previsto em lei. Entre os condutores que descansam por um período relativamente curto permitido por dia (11-26 horas), a redução de acidentes é menor (-14%) que entre os motoristas que realizam o descanso em um período longo de descanso diário (mais de 26 horas: -23%).

As cabines (“boleia”) dos caminhões nos Estados Unidos geralmente são equipadas com uma pequena cama atrás do banco do condutor). Uma pesquisa sobre o impacto que a quebra do descanso diário no veículo (duas vezes de quatro horas de interrupção na direção, por exemplo) tem no risco de acidentes fatais (Hertz, 1988) constatou que os condutores que não tiveram um descanso diário tiveram um risco de envolvimento em acidentes fatais três vezes maior que aqueles que tiveram descansos diários contínuos (intervalo de confiança de 95% [2,4; 3,9]).

Sono noturno

Stutts et al. (2003) mostraram que os motoristas, depois de seis a sete horas de uma noite de sono, tiveram risco 2,58 vezes mais alto de acidentes que aqueles que tiveram uma noite de sono de oito horas

antes da direção. Os condutores cuja noite de sono foi de quatro horas apresentaram risco de acidentes 20 vezes mais alto.

Cumprimento das regras de tempo de direção e de descanso

McCartt et al. (2000) mostraram que os motoristas de caminhão com jornadas de trabalho difíceis apresentaram risco de adormecer ao volante 80% mais alto que os demais. Por “jornada de trabalho difícil” entende-se aqui os motoristas que costumam dirigir mais que as 10 horas permitidas por trecho, fazem menos que as oito horas obrigatórias de descanso entre duas viagens e manipulam o controle de velocidade, o que normalmente acusaria que poderiam ter chegado a tempo sem infringir as regras de direção e descanso e de limite de velocidade.

Cantor et al. (2009) mostraram que o uso de tacógrafos eletrônicos permite maior conformidade com as regras de direção e descanso e, portanto, reduzem o número de acidentes.

Padrão de direção

Há muitos outros fatores associados ao tempo de trabalho, direção e descanso entre os motoristas

de veículos pesados que afetam o cansaço e o risco de acidentes além dos fatores regidos pelas regras de direção e descanso. Entre outros, Amundsen & Karner (2003), com base em uma revisão da literatura, mostram que a quantidade e a qualidade do sono antes da direção têm um impacto maior sobre os acidentes que a própria quilometragem percorrida. A seguir, são descritos os resultados de estudos empíricos de como os diferentes fatores no trabalho e tempos de direção e de descanso entre os motoristas de veículos pesados afetam o risco de acidentes.

Hora extra: Dembe et al. (2006) mostraram que as horas extras aumentam o risco de acidentes com vítimas em muitas profissões diferentes (dentre as quais “Transportes e Comunicações” representa apenas cerca de 8%). As pessoas que trabalharam 12 horas ou mais por dia tiveram 37% mais acidentes que as pessoas que trabalharam 60 horas por semana ou mais, que tiveram 23% mais acidentes do que as outras.

Turnos: um estudo sobre motoristas de ônibus na Noruega (Phillips & Bjørnskau, 2013) mostrou que os motoristas de ônibus que trabalham por turnos quebram as regras de direção e descanso com mais frequência que aqueles que não trabalham por turnos. Além disso, os motoristas de ônibus que trabalham por turno têm mais problemas de saúde que os outros, o que também pode contribuir para o aumento de acidentes. Uma pesquisa norueguesa mais antiga (Nygård & Tellnes, 1994) com aproximadamente 1.500 motoristas de ônibus mostrou que os condutores que trabalham por turno têm risco de acidentes mais alto que os que têm horários fixos. Os resultados se referem a acidentes por motorista e, por isso, não dizem nada sobre o risco de acidente por quilômetro percorrido.

Horários regulares vs irregulares: Jovanis et al. (2005) e Park et al. (2005) mostraram que os motoristas com horários irregulares de trabalho têm risco de acidentes até duas vezes mais alto que aqueles com horários regulares. Segundo Park et al. (2005), os condutores com turnos irregulares têm risco de acidente entre 30% e 80% mais alto que os outros motoristas. Segundo Park & Jovanis (2010), os condutores com mudança regular em turno (turnos que sempre começam ou mais cedo ou mais tarde a cada dia) têm risco de acidentes 60% maior que aqueles com horário de trabalho regular, enquanto que os motoristas com turnos irregulares têm risco de acidentes aproximadamente 150% maior que os condutores com horário de trabalho regular.

Distribuição do tempo de trabalho semanal: Folkard & Lombardi (2006) mostraram que as mesmas jornadas semanais de trabalho podem levar a riscos de acidentes muito diferentes, dependendo da distribuição das horas de trabalho. Quando o risco de acidentes para uma semana de 40 horas com cinco dias de 8 horas é definido como igual a um, foram verificadas as seguintes alterações para o risco de acidentes na semana de 48 horas:

- seis dias de 8 horas (turno diurno): +3%;
- seis dias de 8 horas (turno noturno): +41%;
- quatro dias de 12 horas (turno diurno): +25%;
- quatro dias de 12 horas (turno noturno): +55%.

Direção noturna: a direção noturna geralmente leva a um risco de acidentes mais elevado que a diurna (Jovanis et al., 2012). Park et al. (2005) mostraram que os motoristas que conduzem mais à noite ou muito cedo pela manhã têm risco de acidente entre 20% e 70% mais alto que aqueles que conduzem no turno diurno normal. Por outro lado, Park & Jovanis (2010) mostraram que os condutores com início do trabalho entre as 16hs e 21hs têm mais baixo risco de acidentes e os motoristas com início de trabalho nos outros horários têm risco entre 80% e 180% mais alto.

Dingus et al. (2006) e Hanowski et al. (2009) mostraram, em um estudo naturalístico de direção, que as situações críticas normalmente ocorrem no período do final da tarde ou no começo da noite, com volume de tráfego elevado. Ambos os estudos mostraram que o volume de tráfego tem um grande efeito sobre a fadiga e ele pode ser maior que o impacto de um ritmo diário de direção.

Direção depois de prolongados períodos de repouso: Park et al. (2005) mostraram que os motoristas que começam a dirigir logo após um período de repouso prolongado (de mais de um dia) têm maior risco de acidentes que os outros. Segundo Park & Jovanis (2010), quanto maior o período de repouso, maior será o risco. Depois de um período de repouso de 35-45 horas, o risco de acidentes é 30% mais alto que depois de períodos de repouso mais curtos e, depois de um período de repouso de mais de 45 horas, o risco de acidentes é 70% mais alto que depois de um tempo de repouso de menos de 35 horas.

Carga e descarga: Morrow & Crum (2004) mostram que parte das horas de trabalho que os motoristas usam para carregar os veículos (carga e descarga) tem uma relação significativa com o número

de acidentes e que os condutores das empresas que minimizam o carregamento passam por um número menor de situações críticas. Isso sugere que os efeitos positivos de carga e descarga sobre a atenção e a vigiância provavelmente são apenas de curta duração e que os efeitos negativos em longo prazo são maiores.

Mudanças nas regras de direção e descanso

Nos EUA as regras de direção e descanso mudaram em 2004 para reduzir as consequências adversas das regras anteriores de padrão de sono dos motoristas de caminhão. As novas regras resultaram, entre outros, em um descanso diário mínimo mais longo (10 horas ao invés de 8), um período de direção mais longo (11 horas ao invés de 10) e uma jornada diária de trabalho mais curta (14 horas ao invés de 15). Isso permitiu que os condutores obtivessem um ritmo diário mais regular nas 24 horas, enquanto o ritmo circadiano, com as regras anteriores, era muitas vezes mais curto, o que podia levar a um sono de má qualidade e à privação de sono. Segundo Hanowski et al. (2007), a média de sono à noite entre os dias de direção aumentou de 5,2 a 6,3 horas. Dick et al. (2006) mostraram que as novas regras no geral foram bem aceitas e que os motoristas em média sentiram-se mais completamente descansados, o número de acidentes diminuiu 4%, o número de condutores feridos em acidentes baixou 8% e o número total de feridos entre os motoristas diminuiu 12%. McCartt et al. (2008) também mostraram que, com as novas regras, os condutores dormem mais e por períodos de repouso mais longos, mas também que em média conduzem mais e o percentual dos que disseram ter adormecido ou quase adormecido durante a direção aumentou.

Cálculo do impacto sobre os acidentes de 100% de obediência às novas regras de direção e descanso

Com base no mapeamento da obediência às regras de direção e descanso e na avaliação do risco de direção conforme a lei e contra a lei, é possível calcular a estimativa de quanto os acidentes podem diminuir, caso se atinja 100% de obediência às regras de direção e descanso diários. Em 2013, a taxa de motoristas de veículos pesados que cumpriram as regras de descanso diário foi de 68% e a taxa dos que cumpriram as regras para o período de descanso semanal foi de 79% (Statens vegvesen, 2014). A taxa dos que cumprem as regras de tempo máximo de direção diária considera-se como sendo a mesma dos que cumprem as regras de descanso diário (68%).

O risco relativo de acidente por **um tempo diário de direção acima do limite legal** pode ser estimado em cerca de dois, ou seja, que o risco de acidente nas horas que são ilegais, de acordo com as regras de direção, é cerca de duas vezes mais alto que dentro das horas de direção conforme a legislação. Isso se baseia nos resultados de direção que mostram que o risco de acidentes na décima hora de direção é cerca de 80% mais elevado que na nona hora e que o risco na décima primeira hora é cerca de 140% mais elevado que na nona hora. A parcela das horas de direção em desacordo com a legislação em relação à quilometragem diária legal é de cerca de 5%, caso se suponha que aqueles que dirigem mais tempo que o permitido conduzam em média 10,5 horas e que os demais conduzam nove horas. Se todos os motoristas que conduzem o máximo de tempo possível por dia (ou seja, nove horas ou mais hoje em dia) cumprirem a regra do tempo máximo de direção, o número de acidentes entre esses condutores, sob essas premissas, seria 4,8% menor do que é hoje.

O risco relativo de acidentes para o **tempo de descanso diário abaixo do limite legal** é calculado em aproximadamente 0,83. A parcela das horas ilegais de direção em relação ao descanso diário legal é de cerca de 32%, caso se assuma que aqueles que dirigem depois de um tempo de descanso diário menor que o limite legal em média conduzem tanto quanto os outros motoristas. Se todos os condutores respeitarem as regras de descanso mínimo, o número de acidentes, sob essas suposições, será 5,8% menor do que é hoje. Isso diz respeito a motoristas aos quais as regras de descanso diário sejam aplicáveis.

Esta só pode ser considerada uma estimativa precisa se for aplicada a grupos específicos de motoristas de veículos pesados. Não existe nenhuma informação suficientemente detalhada sobre o cumprimento das regras de direção e descanso, nem sobre a forma como estas afetam o risco de acidentes ou os padrões de direção entre todos os caminhoneiros, para que se pudesse fazer um cálculo mais abrangente de como o cumprimento das regras de direção e repouso afetariam o número total de acidentes envolvendo veículos pesados.

Impacto na mobilidade

Uma razão importante para se quebrar as regras de direção e de descanso é que se pode economizar tempo com isso. Assim, afirma-se que as regras de direção e descanso reduzem a mobilidade (aumen-

tam o tempo de viagem). No entanto, é impossível dizer o quanto se prolongaria o período de direção no dia, mantendo-se em conformidade com as regras de direção e descanso.

Impacto no meio ambiente

Não há nenhum impacto documentado do período de direção e descanso sobre o meio ambiente. As regras de direção e descanso provavelmente não afetam o volume de tráfego, mas podem afetar em quais horas do dia ele será realizado. Isso pode afetar o ambiente local em alguns lugares, como, por exemplo, em áreas densamente povoadas, se o tráfego for maior à noite.

Custos

Os custos da regulamentação do período de direção e descanso são de dois tipos: o primeiro é de custos diretos de controle; o segundo são os custos de tempo extra associados ao respeito às regras. Estes custos adicionais são difíceis de estimar, uma vez que não se sabe o tempo que o transporte levaria sem as regras atuais de direção e descanso.

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma análise norueguesa de custo-benefício das regras de direção e repouso.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As disposições relativas à direção e descanso estão alinhadas às disposições correspondentes da União Europeia por meio do Acordo EEE.

Requisitos e procedimentos formais

As disposições relativas aos períodos de direção e descanso são controladas pelas regulamentações de transporte nacional e transporte dentro da área EEE e nas regulamentações sobre períodos de direção e descanso para o transporte rodoviário na EEE. Os veículos abrangidos pelas regras de direção e descanso devem ser equipados com tacógrafos homologados em uma oficina credenciada para tal.

A Agência Nacional de Administração de Via Públicas da Noruega e a polícia supervisionam as regras de direção e descanso. O controle deve ocorrer em conformidade com a legislação da EEE (Diretiva 88/599/CEE).

Responsabilidade pela execução da medida

O condutor é responsável por acatar as regras de direção e repouso. O empregador do motorista é responsável por organizar o trabalho de tal modo que as disposições relativas ao período de direção e repouso sejam observadas. A violação das regras pode ser punida com taxas/multas, proibição de uso/imposição de descanso, suspensão de licença, perda de licença de transporte ou prisão.

6.11 NORMAS DE SEGURANÇA PARA DIREÇÃO DE VEÍCULOS DE EMERGÊNCIA

Capítulo revisado em 2011 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Para cumprir suas atividades, os veículos de emergência (e em uma situação de emergência) dependem da possibilidade de seguir em frente no trânsito. Ao mesmo tempo as normas de segurança para a direção devem ser zeladas. Não é sempre fácil conciliar estas normas. Para proporcionar aos veículos de emergência o cumprimento de suas tarefas, seus motoristas não são obrigados a seguir todas as determinações contidas no código de trânsito no que se refere às regras de tráfego, de placas, de velocidade, de estacionamento e de determinações que regulam o tráfego (Vegtrafikklovens §§ 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 11). Os outros condutores têm a obrigação de dar espaço para os veículos de emergência quando o motorista aciona a sirene (Trafikkregler § 10).

A sirene é utilizada para indicar que o veículo está em uma situação de emergência em ambulâncias, veículos de polícia, motocicletas de polícia ou veículos de bombeiros. Os veículos de emergência não necessariamente precisam estar identificados. Um policial a paisana, por exemplo, também tem o direito de utilizar a sirene. As sirenes podem não ser os únicos dispositivos utilizados em situação de emergência. O médico não tem o direito de conduzir em emergência, amenos que o veículo seja registrado como veículo de emergência.

Muitos estudos demonstraram que a direção em emergência acarreta maiores riscos de acidentes. O risco de acidentes durante a direção em emergência foi calculado em duas pesquisas norueguesas (Frøyland, 1983; Fosser, 1986) e em uma pesquisa sueca (Transportforskningsdelegasjonen, 1979) sobre ambulâncias, veículos de bombeiros e de polícia. Os resultados estão apresentados na tabela 6.11.2. O risco é apresentado como risco relativo, baseado no número de acidentes com vítimas por milhão de veículos-km percorridos (o número de acidentes com vítimas por milhão de quilômetros percorridos por veículos de emergência é de 0,41 para toda a Noruega). Os resultados mostram que todos os tipos de veículos de emergência apresentam maiores riscos de acidentes que a média de todos os veículos. Durante uma emergência, o risco aumenta. Na Noruega o aumento é maior para os veículos de polícia; na Suécia, para as ambulâncias. Um estudo norte-americano (Wilbur, 1994) demonstrou que os veículos de emergência apresentam cerca de três vezes mais chances de sofrer acidentes que os outros durante a emergência.

Duas pesquisas norueguesas demonstraram que os acidentes com vítimas que ocorrem durante a emergência, em média, são mais graves que os acidentes com vítimas em outros casos (Frøyland, 1983; Fosser, 1986). Isso pode ter relação com a velocidade, que é maior. Um estudo norte-americano, por outro lado, demonstrou que os acidentes envolvendo veículos de emergência são mais sérios quando ocorrem em direção normal do que em direção de emergência (Becker, et al., 2003). Isso valeria para todos os tipos de veículos de emergência.

Os números médios anuais de pessoas que sofreram acidentes com vítimas registrados pela polícia na Noruega entre 2001 e 2009 em que estava envolvida uma ambulância, veículo de polícia ou veículo de bombeiro em emergência estão apresentados na tabela 6.11.2. Os números de acidentes e o número de

vítimas fatais ou feridas são os maiores em acidentes em que uma ambulância ou veículo de polícia está envolvido. Isso pode ser explicado possivelmente pelo fato de que a direção dos carros de polícia e das ambulâncias é maior que a dos carros dos bombeiros, de modo que os números não dizem nada sobre o risco de acidentes.

Acidentes envolvendo ambulâncias são via de regra mais graves que acidentes com veículos de polícia e de bombeiros. Isso é demonstrado tanto nos resultados na tabela 6.11.2 quanto em um estudo americano (Becker, et al., 2003). Na Noruega cerca da metade dos participantes morre ou é ferido quando ocorre um acidente com o veículo de emergência. Esta taxa é maior para os veículos de polícia (60%) e menor para as ambulâncias (46%). Os ocupantes de ambulâncias especialmente podem estarem perigo de sofrer ferimentos em colisões (compare os resultados na tabela 6.11.1). Isso vale principalmente para pacientes, enfermeiros e outros que permanecem na mesma área em que o paciente, já que, em muitos casos, não estão com os cintos de segurança (Levick, 2001; Becker et al., 2003).

A perseguição de criminosos em veículos de polícia representa um sério problema que a polícia deve encarar. A perseguição aumenta o risco de acidentes com vítimas dos policiais, dos perseguidos e de outros condutores. Uma pesquisa australiana demonstrou que os veículos de polícia sofrem em média um acidente por 85.000 quilômetros percorridos e durante a direção em perseguição há um acidente por cada 120 quilômetros percorridos (Rechnitzer et al., 2002).

Quase a metade de todos os acidentes com ambulância ou veículo de polícia na Noruega ocorre em interseções. Entre os acidentes com veículos de polícia, 45% ocorrem no escuro; com relação aos acidentes com ambulâncias e veículos de bombeiro,

TABELA 6.11.1: RISCO RELATIVO DE ACIDENTES REFERENTE A VEÍCULOS DE EMERGÊNCIA E TODOS OS DEMAIS VEÍCULOS (RISCO RELATIVO REFERENTE A TODOS OS TIPOS DE VEÍCULOS = 1) NA NORUEGA (RISCOS DE ACIDENTES COM VÍTIMA) E NA SUÉCIA (ACIDENTES NOTIFICADOS PARA AS COMPANHIAS DE SEGURO).

Veículo	Noruega (Frøyland, 1983; Fosser, 1986)			Suécia (transport-forskningsdel., 1979)
	Todos	Veículo comum	Veículo de emergência	Veículo de emergência
Todos	1,0	1,0	-	1,0
Ambulância	2,8	1,2	9,5	3,0
Veículo de bombeiro	4,6	-	25,4	1,6
Veículo de polícia	4,2	2,5	57,3	cerca de 2,0

TABELA 6.11.2: NÚMERO DE ACIDENTES COM VÍTIMAS, VÍTIMAS FATAIS E ACIDENTADOS POR ANO NA NORUEGA EM ACIDENTES COM O ENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS EM EMERGÊNCIA(NÚMERO POR ANO, 2001-2009).

	Acidentes	Vítimas fatais	Vítimas fatais / total de envolvidos	Vítimas fatais / total de envolvidos em veículos em emergência	Vítimas fatais / total de envolvidos	Vítimas fatais / total de envolvidos em veículos em emergência por acidente
Ambulância	6,44	0,22	6,00	56 %	1,66	0,93
Veículo de polícia	6,67	0,00	5,11	60 %	1,28	0,77
Veículo de bombeiro	2,44	0,11	1,22	46 %	1,09	0,50

as taxas são menores (19% e 9%, respectivamente). Entre 22 e 32% dos acidentes envolvendo veículos de emergência ocorrem no meio urbano; o restante ocorre em áreas menos povoadas. Grande parte dos outros condutores envolvidos nos acidentes é de veículos de passeio.

Um estudo sueco (Ambulanseforum, 2009) baseado em acidentes notificados para as companhias de seguro de 2003 a 2005 demonstrou que 81% dos acidentes ocorreram por causa do motorista da ambulância e que 56% dos acidentes ocorreram em direção de emergência. Em apenas 19% dos acidentes o paciente estava na maca; 38% dos acidentes ocorreram em interseções e 19%, em pista escorregadia. O pagamento médio do seguro por acidente foi de cerca de 153.000 SEK, dos quais 7.400 SEK (ou 3,9%) foram destinados às vítimas.

É difícil considerar que os problemas de acidentes vinculados à direção de emergência podem ser completamente resolvidos ao impedir este tipo de direção. Muito pelo contrário: a preservação da vida e a minimização dos danos dependem diretamente da velocidade em que a equipe de resgate chega ao local.

As normas de segurança para a direção de emergência limitarão os perigos vinculados a este tipo de direção e preferencialmente com o intuito de torná-lo direção tão seguro quanto o tráfego normal.

Descrição da medida

Durante uma situação de emergência, um veículo de emergência pode deixar de cumprir as leis de trânsito. A condição para isso é a utilização do aviso de emergência com luzes azuis e/ou sirenes. Nesse caso, os outros condutores têm a obrigação de dar passagem e abrir caminho para o veículo em emergência. As normas de segurança para a direção de emergência estão incluídas nas normas do veículo

de emergência, nas normas para condutores e em outras medidas.

Normas para veículos: o veículo de emergência deve ser equipado com luzes de emergência especiais. Com relação a ambulâncias, veículos de bombeiro e de polícia, a luz de emergência azul que realiza movimentos de rotação, instalada em cima do veículo, é a mais comum. A luz de emergência azul também pode ser colocada na grade do radiador do veículo, algo que é sempre utilizado nos automóveis de polícia à paisana e em ambulâncias. A cor azul também é a mais utilizada como luz de emergência nos veículos de emergência em outros países.

Na Noruega as cores comuns dos veículos de emergência são: amarelo para ambulâncias; vermelho para veículos de bombeiro e branco com uma faixa vermelha e outra azul na horizontal de todo o veículo para os veículos de polícia. Desde 2011 os carros da polícia são marcados com faixas refletoras amarelas e pretas em volta de todo o veículo. O automóvel de emergência é, por regra, equipado com os textos “ambulância”, “veículo salva-vidas”, “polícia” ou similares. As cores dos veículos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega são cinza e laranja.

O veículo de emergência deverá ter sirenes que avisarão outros condutores e pedestres. As sirenes são fáceis de serem ouvidas e dificilmente misturam-se com outros barulhos, são fáceis de ser orientadas e não causam fortes desconfortos para outros passageiros ou motoristas e para o próprio motorista de emergência (Dahlstedt, 1980A).

Em ambulâncias, as pessoas que estão na área do paciente sempre se encontram em más condições de segurança, e as áreas do paciente dificilmente são elaboradas para dar proteção em caso de acidentes (Levick, 2001). As regulamentações dos veículos contêm as normas para o projeto do interior do veículo; entre outras coisas, deve haver uma parede de

separação entre a área de direção e a área do paciente e todos os equipamentos na área da maca devem poder ser fixados e dispostos no veículo de uma maneira segura. A maca deverá estar equipada de modo que o paciente, deitado, possa ser sustentado de forma segura (kjøretøvforskrift, §8-7).

Normas para motoristas: dirigir um veículo de emergência é um trabalho árduo. A direção em emergência exige alta concentração e rápida capacidade de reação. O motorista deve prever as situações do tráfego, julgar situações que podem ocorrer e fazer escolhas de ações completamente diferentes da maioria dos condutores comuns.

Em emergência, ele deve, de acordo com as regulamentações de situações de emergência, entre outras coisas, satisfazer as exigências médicas para a carteira de habilitação na Classe D, ter completado 20 anos, ter tido a carteira de habilitação para a classe B sem interrupções nos últimos 2 anos e ter competências especiais comprovadas para a direção de emergência. A comprovação de competência pode ser adquirida por meio de curso realizado e reconhecido pelo escritório regional de trânsito, além de exames teóricos e práticos. O documento tem validade administrativa de 5 anos. A polícia pode emitir comprovações de competência para seus servidores. As normas de competência se baseiam nas normas dos militares e pessoas da defesa civil que devem conduzir veículos em emergência nos serviços de defesa civil ou em gestão de emergências durante serviços militares. As Forças Armadas da Noruega ou a defesa civil são responsáveis por proporcionar treinamentos suficientes para condutores isentos da necessidade de comprovação de competência.

O treinamento de motoristas de emergência varia entre as instituições que possuem a direção de emergência como parte de suas áreas de responsabilidade. Os motoristas de ambulâncias, vinculados ao departamento de emergência de Oslo, recebem um treinamento extenso, de 2 anos de duração. Nesse treinamento, eles concluem, entre outros, o curso de direção em pista escorregadia. O treinamento não é tão extenso em outros locais do país. Os distritos são responsáveis pelos respectivos serviços de ambulâncias e oferta de treinamento para os motoristas.

Os municípios são responsáveis pelo Corpo de Bombeiros. Cada município deve ter um Corpo de Bombeiros de acordo com as leis da brigada de incêndio. Em muitos municípios, a brigada de in-

cêndio consiste de voluntários que têm outros trabalhos e apenas participam do Corpo de Bombeiros em emergências. Não lhes é proporcionado nenhum treinamento de direção de emergência. Em grandes cidades como, por exemplo, Oslo, são oferecidos cursos aos funcionários sobre direção em pista escorregadia, entre outros.

A polícia fornece o treinamento para os instrutores de direção em Academias de Polícia. Os instrutores formados ministram cursos locais em cada delegacia e posto policial. O curso de instrutor dura três semanas, das quais duas tratam do treinamento prático em direção de emergência.

Outras medidas: foram realizadas tentativas para que os veículos em emergência recebessem “onda verde” nas interseções reguladas por semáforo por meio da instalação de emissores de micro-ondas nos veículos e receptores nos semáforos. Esse equipamento pode reduzir o tempo de viagem e o número de congestionamentos que pode ocorrer com os veículos em emergência (Honey, 1972; Griffine Johnson, 1980; BosselhoffeSwiderski, 1984; Louisellet al., 2004).

Impacto sobre os acidentes

Normas para veículos: os estudos do impacto sobre os acidentes são encontrados para as sirenes no teto e para as cores dos veículos de bombeiro. Medidas adicionais foram estudadas apenas em pesquisas sobre o impacto, por exemplo, da distância de detecção das sirenes. Esses estudos podem apenas esclarecer os possíveis impactos indiretos sobre os acidentes.

Sirenes no teto: em um experimento dos EUA, a sirene foi removida do teto do veículo em metade dos novos veículos identificados de polícia que foram disponibilizados durante um ano (Raub, 1985). Elas foram substituídas por luzes de emergência colocadas na grade do radiador e na janela traseira. Os dois grupos de veículos de patrulhamento eram parecidos em relação à identificação, quer dizer, faixas, símbolos e texto “State Police”. Os veículos com e sem as sirenes no teto foram aleatoriamente distribuídos entre policiais que faziam patrulhamentos semelhantes em áreas rurais. Este serviço em Illinois ocorre de modo que cada funcionário recebe seu próprio veículo de patrulha em uma base permanente. Os motoristas que foram sorteados para conduzir veículos sem sirenes no teto não eram

previamente mais predispostos ou menos predispostos a acidentes que aqueles que conduziram veículos com a sirene no teto. Foram registrados 65% menos acidentes por quilômetro percorrido entre os motoristas que conduziram veículos sem a sirene no teto. O consumo de combustível diminuiu 7% em comparação ao dos veículos equipados com a sirene. Também foi registrado um aumento de produtividade no controle e fiscalização de velocidade que aumentou em 25%. Todas as modificações foram estatisticamente significativas. Durante a entrevista, os motoristas dos veículos sem sirene explicaram que eles sabiam que os veículos poderiam estar menos visíveis, o que os deixou mais conscientes da segurança. A explicação principal sobre a queda de acidentes parece ser de que os policiais conduzem de forma menos perigosa e mais cuidadosa quando eles não possuem sirene no teto do veículo.

Cor do veículo de bombeiros: em uma pesquisa norte-americana, estudou-se o impacto da cor do veículo de bombeiros sobre os acidentes ao comparar um grupo de veículos de bombeiros vermelhos e vermelhos/brancos com um grupo de veículos amarelo-limão/brancos no corpo de bombeiros em Dallas, Texas (Solomone King, 1995). Foram estudados os acidentes em interseções e durante o dia. Foram considerados apenas os acidentes em que estavam envolvidos pelo menos um veículo civil e um veículo de bombeiros. O levantamento dos acidentes cobriu o período de outubro de 1984 até setembro de 1988. Nesse período o corpo de bombeiros tinha veículos que possuíam as cores vermelho puro, vermelho/branco e amarelo-limão/branco. Os acidentes foram calculados com base no número de chamadas de emergência e particularmente pela distância até a emergência, condições de clima e luminosidade, densidade do tráfego, treinamento de direção, inspeção e manutenção do veículo. As sirenes foram utilizadas em todas as emergências no caminho até o foco do incêndio, mas não no caminho de volta. Em 80% de todos os acidentes e em 93% dos acidentes em interseções, ambas sirenes e luzes de emergência foram utilizadas. Foram registrados 28 acidentes, dos quais 8 foram excluídos, porque eles não podiam ser relacionados à visibilidade do veículo. Dos 20 acidentes restantes, os veículos vermelhos e vermelhos/brancos envolveram-se em 16 acidentes (7 com vítimas) e os amarelo-limão/brancos em 4 (1 com vítimas). Os resultados apontam que os veículos vermelhos e vermelhos/brancos se envolvem cerca de 3,5 vezes mais em acidentes se comparados aos amarelo-limão/brancos; com relação a acidentes com vítimas, 6,5 vezes mais. En-

tretanto, com relação aos acidentes com vítimas, a amostra de acidentes é muito pequena. O número de acidentes por milhão de quilômetros percorridos é 2,2 vezes maior para os veículos vermelhos e vermelhos/brancos do que para os veículos amarelos. Em Dallas (Texas), os veículos vermelhos e vermelhos/brancos têm risco de acidentes cerca de 22 vezes maior que a média de todos os outros veículos, enquanto os amarelos apresentaram um risco cerca de 10 vezes maior.

Visibilidade do veículo em emergência: as análises dos acidentes em que veículos em emergência colidiram com outros veículos demonstram que o condutor do outro veículo nem sempre havia percebido as luzes de emergência, as sirenes ou a sinalização do veículo (Transportforskningsdelegationen, 1979). A taxa daqueles que não perceberam as luzes de emergência ou sirenes nas ambulâncias ou nos veículos dos bombeiros foi de cerca de 40% e nos veículos da polícia, cerca de 50%. A taxa daqueles que não perceberam os veículos da polícia foi de 44%, as ambulâncias, 31% e veículos de bombeiros, 14%. O fato de que os veículos dos bombeiros tenham sido mais bem visualizados que os veículos da polícia e as ambulâncias se deve ao seu tamanho, pois geralmente são maiores que os outros veículos e, como consequência, parecem mais visíveis em situações de emergência.

Nível de barulho das sirenes: em um experimento norte-americano, demonstrou-se que as sirenes podem ter um nível de percepção relativamente baixo (Potter et al., 1977). A pesquisa apontou que as sirenes não emitiam avisos satisfatórios durante a direção nas rodovias em bairros afastados e na área urbana, quer os vidros dos demais veículos estivessem abertos ou fechados e quer estivessem com o rádio ligado ou desligado. Um condutor dentro de um automóvel fechado a 80km/h com o rádio ligado não poderá ouvir uma sirene estridente antes que a distância entre os veículos seja de 100 metros. Se o rádio estiver muito alto, também há o perigo de ele não ouvir a sirene (Moe, 1983). Muitas pesquisas concluíram que o nível de barulho nas sirenes deve ser aumentado consideravelmente para que os outros motoristas possam ouvi-las. O nível de barulho necessário para assegurar isso não seria aceitável para os motoristas dos veículos em emergência, nem para os outros condutores, tampouco para os moradores ao longo dos trechos da emergência (Potter et al., 1977, Dahlstedt, 1980A, 1980B, Dahlstedt, 1991). Isso é uma condição de que os condutores dos veículos em emergência devem ter conhecimen-

to para evitar noções irrealistas a respeito do grau em que as sirenes são de fato ouvidas pelos outros condutores e pedestres.

Cores da luz de emergência: em boas condições de visibilidade, ao se deparar com a luz azul, rapidamente é possível diferenciá-la do ambiente e, além disso, há poucas fontes de luz azul capazes de gerar confusão com a luz de emergência azul. Porém, com relação à intensidade luminosa e ao alcance, as luzes azuis não são a “melhor escolha”. A maior intensidade luminosa é alcançada com as luzes brancas ou amarelas (Rubin e Howett, 1981). A luz vermelha é imediatamente associada ao perigo e é bem visualizada, mesmo em condições de visibilidade ruins. Nos EUA utiliza-se a cor vermelha ao lado da azul nas sirenes.

Cor dos veículos de bombeiros: a utilização da cor vermelha nos veículos de bombeiros deve-se provavelmente a motivos históricos. Não foram encontradas bases em pesquisas a respeito da utilização da luz vermelha por motivos de visibilidade, de segurança ou psicológico (Solomone King, 1995). Os resultados das pesquisas indicam preferencialmente o contrário. A visão das pessoas mostra-se mais sensível às cores amarelo-limão, mas não ao vermelho (Southall, 1961). Um olho com visibilidade normal no escuro não enxerga o vermelho (Southall, 1961). O campo de visão periférico enxerga o amarelo 1,24 vez mais facilmente que o vermelho (Traquair, 1949). Cerca de 8% dos homens têm dificuldades em diferenciar o vermelho e o verde, dos quais um quarto não enxerga o vermelho (Allen, 1970). O dourado é a cor mais visível para todos, também para aqueles que têm visibilidade limitada de cores e/ou que são daltônicos (LahreHeinsen, 1959). Certas composições de cores são erroneamente consideradas como benéficas com relação ao aumento de visibilidade. Entretanto, há certas cores e combinações das mesmas que podem eliminar contornos e contrastes que dificultem que os veículos sejam percebidos. As combinações de vermelho e branco são as menos visíveis, ao passo que as de vermelho e amarelo são as mais visíveis (Nathan, 1969).

Sirenes: há vários tipos de sirenes para os veículos de emergência. Os tipos principais são “wail”, “yelp” e “hilo” (Rubin e Howett, 1981). Os sinais “wail” fazem um barulho cíclico e continuado (semelhante a um uivo), que aumenta e diminui regularmente. Os sinais “yelp” fazem um barulho que é percebido como diferente do “wail”, mas que de fato consiste de um barulho “wail” com mudanças mais rápidas entre tons baixos e altos. Os sinais

“high-low” fazem um barulho com dois tons consistentes com diferentes alturas tônicas, com uma mudança regular entre o tom alto e o baixo (Rubin e Howett, 1981). O mais comum é possivelmente o sinal eletrônico de dois tons (“high-low” ou “hilo”). Ele é considerado por alguns como a melhor opção, porque é propagado no compartimento do passageiro em grandes emergências, em comparação com os outros modelos eletrônicos. Outras pesquisas, entretanto, indicam que o “high-low” é menos efetivo como “indicação de emergência” que o “wail” e o “yelp” (Potter et al., 1977).

Normas para os condutores –curso de direção em pista escorregadia: o treinamento dos motoristas de emergência não é padronizado. Por este motivo, é difícil generalizar sobre o impacto do treinamento dos motoristas de emergência.

Curso de direção em pista escorregadia: alguns motoristas de emergência recebem um treinamento especial para direção em pista escorregadia. O impacto desse treinamento foi pesquisado na Suécia (Eriksson, 1983). O treinamento durou quatro horas e ocorreu em pista escorregadia, e incluiu exercícios de frenagem, manobras evasivas e derrapagens. A pesquisa apontou que os motoristas homens que receberam o treinamento para direção em pista escorregadia estiveram com mais frequência em situação de risco de acidentes em um período de seis meses após a realização do treinamento se comparados aos motoristas que não realizaram o treinamento. Entre homens com menos de um ano de período de contratação até o momento do curso, a diferença era estatisticamente significativa. Com relação às mulheres e homens com maior tempo de contratação, não foi possível demonstrar alterações estatisticamente confiáveis no que se refere ao número de acidentes, mas havia uma tendência de queda para as mulheres. Referente a todos os condutores vistos em conjunto, o número de acidentes aumentou em torno de 45%.

Outras medidas – priorização dos veículos em emergência em interseções com semáforo: em uma tentativa realizada em Northampton, 14 interseções foram equipadas com receptores para captar sinais dos veículos de bombeiros em emergência, de maneira que eles recebessem prioridade de sinal verde ao chegarem às interseções. Uma avaliação apontou que a probabilidade de receber o sinal verde aumentou em 90%, algo que proporcionou um tempo de deslocamento reduzido da estação de bombeiros até o local do acidente. O tempo de deslocamento foi reduzido em cerca de 10% (Griffine Johnson, 1980). Em uma

pesquisa mais antiga, ao proporcionar aos veículos dos bombeiros em emergência uma “onda verde”, o tempo de viagem foi reduzido em até 50% (Honey, 1972). Além da redução do tempo de viagem, pesquisas alemãs também demonstram uma redução no número de infrações de trânsito que os veículos são obrigados a cometer quando na situação de emergência (Bossert/Swidarsi, 1984). Constatou-se que o número de emergências com parte do percurso em contramão foi reduzido de 43% para 12%; o número de passagens no sinal vermelho, de 63% para 0%; as invasões de preferencial em interseções, de 13% para 1%, e as situações críticas, de 10% para 0%. Os eventuais impactos sobre os acidentes não foram estudados nestas três pesquisas.

Impacto na mobilidade

O aviso aos outros condutores e pedestres por meio de sirenes e/ou luzes azuis nos veículos tem como finalidade melhorar a mobilidade dos veículos de emergência. Um experimento no tráfego real de Oslo demonstrou que as sirenes aumentam a mobilidade quando são utilizadas juntamente com as luzes azuis (Dahlstedt, 1980C). A economia de tempo foi, em média, em torno de 15 segundos por quilômetro percorrido. A utilização apenas das sirenes funciona melhor no tocante à mobilidade que apenas as luzes azuis. Em certas situações de trânsito, também parece haver diferenças entre os tipos de sirene no que se refere ao impacto na mobilidade.

Em experimentos de proporcionar a “onda verde” aos veículos de bombeiros em emergência, o tempo de viagem durante a emergência reduziu-se de 10 a 50% (Honey, 1972; Griffine Johnson, 1980). O impacto de outras medidas sobre a mobilidade não foi documentado como a utilização de medidas de cores em veículos de emergência e o treinamento do motorista.

Impacto no meio ambiente

As sirenes nos veículos de emergência proporcionam um ruído estridente, tanto dentro do veículo quanto nos arredores. O valor médio de 73 sirenes foi em torno de 94 dB(A) na posição do motorista; 104 dB(A) 7 metros à frente do veículo e 105 dB(A) 21 metros à frente do veículo (Dahlstedt, 1980A).

O barulho dentro do veículo prejudica a saúde com a exposição por longo período. Os motoristas de

veículos de emergência não devem se expor mais que 30-60 minutos por dia, para que não haja danos permanentes à audição (Dahlstedt, 1980A).

O aumento da potência da sirene como medida para avisar melhor os outros usuários da via é uma medida em desuso, pois pode ser algo extremamente incômodo. Entretanto, é possível isolar melhor o ruído ou proteger os condutores contra o ruído prejudicial das sirenes de outra maneira. Porém, os demais usuários ainda estariam desprotegidos, especialmente os pedestres e ciclistas, que não podem se proteger de outra maneira além de cobrir os ouvidos. Um nível de ruído muito alto pode danificar permanentemente os ouvidos, mesmo em curta exposição.

Custos

Não há nenhum valor atual de custos com relação às normas de segurança para a direção de veículo de emergência.

Avaliações de custo-benefício

As pesquisas apresentadas acima não indicam que as medidas para veículos de emergência (por meio de sirenes, luzes azuis, cores especiais e treinamento do condutor) atualmente implementadas na Noruega contribuem para reduzir o risco de acidentes. Os resultados apresentados demonstram, na verdade, o contrário. A remoção da luz azul do teto do veículo reduziu o número de acidentes. O mesmo vale para a pintura do veículo de bombeiros em outra cor (diferente daquela atualmente utilizada na Noruega). O curso de direção em pista escorregadia mostrou aumentar o número de acidentes. Em uma avaliação de custo-benefício das normas para direção de emergência, também devem ser considerados os impactos na mobilidade e a possibilidade de salvar vidas e limitar os danos materiais. O benefício das normas de segurança para a direção de emergência na Noruega é, no momento, pouco conhecido para permitir que sejam realizadas avaliações de custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para o treinamento de motoristas de veículos de emergência é realizada pelo próprio condutor ou pela repartição pública de emergências

(como o empregador). Para manter a competência profissional de emergência, cada motorista de emergência deve realizar treinamentos de manutenção sob a orientação de um instrutor autorizado.

Requisitos e procedimentos formais

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável pelas normas dos veículos, que incluem as normas técnicas especiais para ambulâncias. No momento, não há normas especiais harmonizadas para as ambulâncias da Europa. Entretanto, o padrão de ambulâncias EN 1789 está sendo avaliado para ser incorporado como norma para ambulâncias a serem reconhecidas como tipo EF. O regulamento dos veículos tem normas especiais para materiais anti-incêndio em ambulâncias.

As características fundamentais das normas para o treinamento especial, o exame e a competência profissional para direção de veículos de emergência são determinados pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. As determinações que regulam o treinamento dos motoristas de emergência são encontradas no Regulamento do tráfego de estradas, no Código de Trânsito e nos regulamentos referentes às exigências para treinamentos, exames e competências profissionais para direção de emergência (regulamento de emergência), planos de aprendizagem e competência comprovada para a direção de emergência. Para efetuar as aulas de direção com o intuito de realizar a prova de competência de emergência, o aluno deve ter tido a carteira de habilitação na Classe B ininterruptamente e completado 20 anos de idade antes do início do treinamento. O aluno deve satisfazer as exigências médicas para a Classe D da carteira de habilitação. Além disso, ele deve provar, mediante documentos, a competência exigida para as condições de trabalho de emergência.

Responsabilidade pela execução da medida

Os veículos de emergência devem ser autorizados exclusivamente pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Antes da autorização da ambulância, terá que haver uma confirmação da empresa de saúde regional ou de algum órgão que autoriza a celebração de contrato do serviço da ambulância com a empresa. O treinamento de motoristas de emergência é realizado por organizadores de cursos autorizados. Ele também pode

ocorrer por meio da Academia de Polícia e Direção Geral da Polícia. A Academia de Polícia tem a responsabilidade de que sejam seguidos o regulamento de emergência e as regras especiais.

6.12 SEGURANÇA NO TRANSPORTE ESCOLAR

Capítulo revisado em 2010 por Anna Anund e Susanne Gustafsson (VTI)

Problema e finalidades

Há várias maneiras diferentes de as crianças e jovens irem para a escola: a pé, de bicicleta, em veículos privados, em ciclomotores ou em transporte público. O transporte público é realizado pelos ônibus, micro-ônibus ou táxis, sendo o ônibus o meio de transporte público mais utilizado. De acordo com uma pesquisa norueguesa realizada por Fyhri (2005), 43% de todos os alunos vão para a escola utilizando este meio de transporte e 25% utilizam o automóvel. A taxa que vai a pé ou de bicicleta aumenta proporcionalmente com a idade, enquanto a taxa daqueles que vão de automóvel diminui de maneira correspondente. A taxa entre os alunos de primeiro e segundo anos que são levados de automóvel para a escola é de 40%, mesmo sendo uma distância curta. A quantidade de crianças que utiliza o transporte público coletivo varia consideravelmente entre os municípios. Nos municípios com povoação dispersa, a taxa de alunos que vão de transporte público coletivo representa até 60% de todas as viagens de transporte coletivo (Statens vegvesen, 2009).

A forma como o transporte escolar é organizado com os meios de transporte público varia de acordo com cada país europeu (ECBOS, 2001; Sørensen, Anund-Wretling, 2000; Sørensen et al., 2002). Em alguns países, por exemplo, são utilizados ônibus comuns, enquanto em outros são utilizados ônibus escolares especiais, sinalizados com cores e símbolos. Em determinados países, também é utilizado o transporte público regular. Mesmo que se utilize o transporte público, todo o deslocamento escolar compreende sempre o caminho entre a residência e o ônibus e ainda entre a escola e o ônibus, a espera no ponto de ônibus, o embarque e o desembarque.

Os alunos estão expostos a muitas viagens no caminho de ida para a escola e volta dela quando utilizam o ônibus escolar (Kostyniuk, 2003; Newman, Cat-

chpole, TziotiseAttewell, 2002; ScottishExecutive Central Research Unit, 2004). Apesar disso, faltam informações de deslocamento sob a perspectiva de porta a porta na estatística de acidentes (European Commission Transport Road Safety, 2004). O projeto da União Europeia SAFEWAY2SCHOOL (Anund, Dukic, BörsboeFalkmer, 2010) concluiu que a estatística de acidentes europeus não permite identificar os acidentes ou as crianças que foram feridas entre o caminho de ida para escola ou volta dela.

As estatísticas de acidentes norueguesas contêm informações sobre a finalidade do deslocamento até o ano 2000. Nos anos de 1995 até 2000, de acordo com o registro oficial de acidentes, foram mortas ou acidentadas 236 pessoas entre 6 e 25 anos de idade no caminho de ida para a escola ou volta dela. A tabela 6.12.1 mostra como os acidentes pessoais associados a deslocamentos escolares distribuem-se entre os meios de transporte do deslocamento e as faixas etárias. A finalidade do deslocamento é informada na estatística de acidentes apenas para motoristas. Isso significa que passageiros de veículos acidentados nos deslocamentos em veículos escolares não estão incluídos nos números apresentados. Por conta disso, o número real de pessoas acidentadas em deslocamentos escolares é maior que o número mostrado na tabela 6.12.1.

Na Suécia, de acordo com uma estatística de acidentes entre 2003 e 2006, houveram 9 acidentes com vítimas fatais envolvendo crianças, 62 acidentes com vítimas graves e 338 acidentes com vítimas leves no caminho para a escola. Todas as crianças tinham entre 6 e 16 anos e os acidentes ocorreram no horário escolar (entre segunda e sexta-feira, das 6h até às 16h59min). Cerca da metade dos acidentados eram passageiros de ônibus. Entre as mortes e os acidentes mais graves, os pedestres representam a maior parte (69%; Larsson, 2008).

Em uma pesquisa sobre os acidentes entre crianças de uma escola em Østfold, demonstrou-se que 75% dos acidentes no caminho de ida para a escola e vol-

ta dela ocorreram em bicicletas. Isso se deve, antes de tudo, ao alto número de acidentes individuais em bicicletas. Pouco acima de 10% dos acidentes ocorreram quando a criança era passageira em veículos privados ou em meios de transporte coletivo.

Um estudo dos EUA, baseado em dados de 9 anos e com três diferentes fontes de dados (TRB, 2002), aponta que 800 alunos sofreram acidentes fatais com veículos, dos quais 20 (2,5%) foram vítimas em acidentes com ônibus escolares (15 como passageiros e 5 como pedestres). Entre os alunos feridos em acidentes (mas não fatais), a taxa foi de 3,9% em ônibus escolares e de 10,9% como pedestres ou ciclistas. Entretanto, o estudo não informa nada sobre quantas crianças viajam de ônibus ou que vão a pé ou de bicicleta. Por conta disso, os números não dizem nada sobre o risco relacionado às diferentes formas de transporte escolar.

Um estudo realizado nos EUA de 2001 a 2003 entre crianças e jovens abaixo dos 20 anos de idade apontou que a taxa de alunos feridos em acidentes com ônibus escolares é maior que a avaliada em estudos anteriores (McGeehan et al., 2006). O estudo é baseado em dados representativos para todos os EUA (National Electronic Injury Surveillance System All-Injury Program). Os resultados mostram que há cerca de 17.000 crianças acidentadas por ano, ou 21,1 por 100.000 habitantes. As crianças entre 10 e 14 anos representam a maior parte. A maior taxa de todos os acidentes (42%) é de acidentes com veículos de passeio. Em seguida, vem a taxa (24%) dos acidentes que ocorrem quando as crianças embarcam ou desembarcam do ônibus ou se aproximam dele.

De acordo com Anund, Larsson e Falkmer (2003) e McCrayeBrewer (2002), o modo mais seguro para as crianças irem para a escola e virem dela é o ônibus. O risco de acidentes é o maior para crianças que viajam a pé ou de bicicleta. A maioria das crianças feridas ou mortas em acidentes de trânsito no caminho de casa para a escola está a pé. A situação

TABELA 6.12.1: NÚMERO DE PESSOAS FERIDAS EM ACIDENTES COM VÍTIMAS REGISTRADOS PELA POLÍCIA DURANTE O DESLOCAMENTO PARA A ESCOLA DE 1995 A 2000 (OS PASSAGEIROS NÃO ESTÃO INCLUÍDOS NAS ESTATÍSTICAS).

	Pedestres	Bicicletas	Ciclomotores	Motocicletas leves	Motocicletas pesadas	Veículos privados / vans	Outros	Total
6 – 7 anos	8,8	0,6	0	0	0	0	0	9,4
8 – 14 anos	36,6	45,2	0,4	0	0	0	1,2	83,4
15 – 18 anos	19,4	14,2	33,6	4	0,4	16	0,2	87,8
19 – 25 anos	5	13,6	1,4	0	1,8	32,8	0,6	55,2

mais perigosa é quando a criança vem andando ou correndo por trás dos veículos estacionados. Em resumo, há falta de informações sobre quando e como ocorrem os acidentes com crianças em deslocamento para a escola, entre outras, se as crianças estão no caminho de ida para a escola ou de volta dela e se consideram todo o percurso o até a escola (porta a porta).

Descrição da medida

Na Noruega os alunos do segundo ao décimo anos que moram a mais de quatro quilômetros da escola têm direito ao transporte escolar gratuito. Para os alunos do primeiro ano, a distância requerida é de 2 km. Os alunos que precisam percorrer caminhos particularmente perigosos também têm direito ao transporte escolar gratuito, independente da distância até a escola (Opplæringsloven, §7-1).

Na Suécia vigoram regras parecidas, mas a distância mínima para a escola que proporciona o direito de transporte escolar gratuito não é especificada.

Os motoristas de ônibus escolares devem realizar um treinamento especial nos EUA (TRB, 1989), da mesma forma que em alguns países europeus como, por exemplo, na Polônia (Anundet al., 2010). Não há regras comuns para os países europeus relacionados ao treinamento de motoristas escolares e instruções aos alunos. Na Suécia as autoridades locais são responsáveis pelo treinamento prático e teórico e pelas informações para as crianças que se preparam para o transporte escolar. As regras, entretanto, não são sempre seguidas (Sörensen et al., 2002).

As normas de segurança relacionadas ao transporte escolar compreendem diferentes medidas, que têm como finalidade tornar a viagem escolar o mais segura possível, incluindo o caminho de ida para o ponto de ônibus e de volta dele, o período de espera nele e o embarque e desembarque.

As medidas descritas neste capítulo são:

- distância mínima até a escola que dá direito ao transporte escolar gratuito;
- diretrizes e instruções;
- segurança nos pontos de parada;
- segurança nos ônibus escolares;
- sistema de vigilância dos alunos nos ônibus;
- instruções aos alunos;
- informações e campanhas para os condutores.

Impacto sobre os acidentes

Não foram encontrados estudos acerca dos impactos das normas de segurança atribuídas aos transportes escolares sobre o número de acidentes. Contudo, foram encontrados alguns estudos que pesquisaram o impacto da velocidade ou que, de outras formas, tentaram estimar os impactos possíveis sobre o número de acidentes.

Distância mínima até a escola que dá direito ao transporte escolar gratuito:

não foram encontradas avaliações de como diferentes limites de transporte escolar gratuito influenciam o número de crianças feridas no trânsito de ida para a escola e volta dela. Em uma pesquisa norueguesa de 1996 (Engebretsen Hagen, 1996), foi estimado que uma modificação do limite de distância de 4 para 2 km para crianças abaixo de 10 anos, e de 4 para 5 km para crianças de 13 até 15 anos influenciaria o número de alunos envolvidos em acidentes com escolares. Os resultados apontam que essa modificação do limite de distância de 4 para 2 km para crianças de seis anos pode prevenir entre 0 e 8 acidentes por ano; com maior probabilidade de redução de 2 a 4 acidentes. Um cálculo correspondente para as crianças de 7 a 9 anos aponta que a modificação do limite de distância de 4 para 2 km pode prevenir entre 0,5 e 21 acidentes por ano; com maior probabilidade de redução de 5 a 8 acidentes. O aumento do limite de distância de 4 para 5 km para crianças de 13 a 15 anos pode causar de 0,25 a 9,5 mais acidentes por ano, com maior probabilidade de redução de 3 a 5 acidentes. Os resultados não se baseiam em estudos empíricos, nem quando se referem ao número de crianças para as quais se pretende modificar o meio de transporte ou o risco de acidentes para os diferentes modos de transporte. Por conta disso, os resultados são muito incertos.

Diretrizes e instruções:

duas cidades na Suécia (Örnsköldsvik e Linköping) implantaram em 2007 uma norma proibindo velocidade acima dos 30 km/h em encontros ou ultrapassagens de ônibus em pontos de parada ou nas estações de ônibus (Vägverket, 2008). A norma vale apenas em vias para as quais o limite de velocidade é de 50 ou 70 km/h. Uma avaliação apontou que muitos continuaram a dirigir acima dos 30 km/h, mas que a velocidade média entre os veículos que ultrapassam um ônibus em parada teria diminuído em 6 km/h em Örnsköldsvik e em 16 km/h em Linköping. A velocidade média entre os veículos que passam pelos ônibus em parada teria diminuído em 11 km/h.

Um estudo de simulação, na Suécia, pesquisou o impacto de instalar uma placa de “30 km/h” e um pisca-alerta amarelo nos ônibus escolares, além de inserir novas normas de velocidade nos pontos de ônibus. Os resultados mostram que o pisca-alerta contribuiu para que os motoristas diminuam a velocidade antes que a placa “30 km/h” possa ser lida (Kircher, Thorslund, Kircher, FalkmereAnund, 2007).

Segurança dos pontos de parada: as diretrizes para o projeto dos pontos de parada são fornecidas nas normas das estradas (Statens vegvesen, Håndbok 017, 2008). Os pontos de parada devem ser localizados de modo que a distância da plataforma seja a menor possível e que o fluxo em maior grau possa ocorrer nas passagens de pedestres ou em outras áreas que estão separadas do tráfego.

Os pontos de parada projetados como um “espaço reservado para ônibus” contribuem para uma melhor segurança que os pontos de parada nas vias. As grades de proteção nos espaços reservados para ônibus também podem aumentar a segurança. A montagem de grades para pedestres entre as calçadas/plataformas e a via possibilita uma queda no número de acidentes tanto referente aos pedestres quanto aos veículos. A segurança para as crianças nos pontos de travessia com patrulhas escolares também parece reduzir o número de acidentes, mas os resultados são incertos. A iluminação dos espaços reservados para ônibus parece reduzir o número de acidentes.

Uma forma de deixar os pontos de ônibus mais seguros é implantar placas antes do ponto de ônibus para avisar sobre a presença desses veículos nas proximidades, inserindo na placa um pisca-alerta amarelo que é ativado quando um ônibus para no ponto. Um estudo sueco piloto demonstrou que esse pisca-alerta pode reduzir a velocidade média dos veículos em 13 km/h (Varedian, 2008). Nesse estudo, os pisca-alertas foram ativados pelos pedestres, que tinham consigo pequenos rádios transmissores.

Um estudo norte-americano apontou que os pisca-alertas amarelos em muitos casos podem reduzir a velocidade de direção, mas não foram encontrados impactos na redução de acidentes devido aos pisca-alertas como sinalização em estações para ônibus escolares.

Ônibus escolares mais seguros: nos EUA e Canadá utiliza-se a luz vermelha ou uma “cancela de pare”

nos ônibus escolares para avisar aos demais condutores que o ônibus está parado no ponto de ônibus e para lembrar sobre a norma de que os condutores devem parar. No Canadá todos os ônibus escolares têm quatro luzes vermelhas no teto, que avisam que é proibido ultrapassar um ônibus que está parado no ponto de ônibus. Além disso, alguns ônibus têm quatro pisca-alertas amarelos no teto, que avisam que o ônibus vai parar no ponto de ônibus. Uma avaliação (Bruneau, 1999) demonstrou que ambos os sistemas (apenas luzes vermelhas e luzes vermelhas complementadas com pisca-alertas amarelos) reduzem o número de ultrapassagens ilegais. O sistema com pisca-alertas vermelhos e amarelos demonstrou ser efetivo em reduzir a velocidade e o número de ultrapassagens ilegais. Os pisca-alertas amarelos reduziram a velocidade de passagem entre os veículos em 10 km/h.

Na Suécia os ônibus escolares devem ser equipados com uma placa que mostra crianças junto com o pisca-alerta. Os medidores de velocidade não mostraram nenhuma redução de velocidade na utilização da placa e do pisca-alerta em vias com limite de velocidade de 50 km/h. Por outro lado, em vias com limites de velocidade de 70 km/h, verificou-se que outros veículos reduziram a velocidade média em 9 km/h (Anund, KronqvistFalkmer, 2005).

Sistema de vigilância dos alunos no ônibus: um sistema que ajudaria os motoristas de ônibus escolares a exercer um alto grau de controle foi elaborado e testado na Suécia (Anundet al., 2010). O sistema consiste em uma forma de navegação com informações sobre os pontos de ônibus e de todas as crianças que deverão ser transportadas, equipamentos de comunicação para utilização nos pontos de ônibus, detectores de utilização de cintos de segurança e câmeras de vigilância tanto na parte interior quanto na parte exterior dos ônibus. Os resultados da avaliação apontam que os condutores dos ônibus exercem um alto grau de controle e têm melhores possibilidades para vigiar as crianças, algo que se estima que possa reduzir o risco de acidentes.

Instruções para as crianças: instruir as crianças de 5 a 12 anos de idade para que elas tenham um bom comportamento na travessia pode reduzir o número de acidentes envolvendo crianças atravessando a rua em 10-20%.

Informações e campanhas para condutores: um estudo norte-americano mostrou que a maioria dos acidentes com ônibus escolares não são causados

pelos ônibus escolares, mas por outros condutores (Yang et al., 2009). Pode-se concluir que as informações para os outros condutores podem contribuir para a redução do número de acidentes com ônibus escolares. Entretanto, não foram realizadas pesquisas empíricas.

IMPACTO NA MOBILIDADE

O transporte escolar via de regra proporciona viagens escolares mais rápidas às crianças que os outros meios, com exceção do veículo particular. Isso pode ser compreendido como um benefício de mobilidade, e não como um benefício de transitabilidade. Não são conhecidos os impactos do transporte escolar na transitabilidade, ou seja, na utilização do tempo e o escoamento do trânsito através da rede viária.

Impacto no meio ambiente

Não foram documentados impactos do transporte escolar no ruído e na poluição. O nível de segurança experimentado nas viagens escolares pode ser melhorado pelo transporte escolar. Ir a pé ou de bicicleta tem efeitos positivos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde.

Custos

Não há valores de custo atualizado para as medidas descritas neste capítulo.

Avaliações de custo-benefício

Tendo em vista que não há informações sobre o impacto no número de acidentes, não foram realizadas análises de custo-benefício das normas de segurança para o transporte escolar.

Uma pesquisa sueca (Falkmer, Renner e Anund, 2010) avaliou que uma verba pública de 7,7 € por criança por dia na escola poderia deixar o caminho escolar mais seguro para quase 90% de todas as crianças. Isso pode ser alcançado principalmen-

te por meio da modificação das rotas dos ônibus escolares e dos meios de transporte; um táxi, por exemplo, poderia buscar as crianças em suas casas, ao invés de elas irem para o ponto de ônibus. Entretanto, os resultados só seriam válidos para crianças cujo ponto de ônibus se encontra em uma via com limites de velocidade entre 90 e 110 km/h.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A estimativa sobre quantos alunos necessitam do transporte escolar é elaborada por cada escola.

Requisitos e procedimentos formais

O capítulo 7 da Lei da educação trata dos direitos dos alunos ao transporte escolar. A escola primária é tratada no § 7.1 e o ensino secundário, no § 7.2. Os direitos definidos no § 7.2 valem para todos, também para os adultos que recebem o ensino secundário, de acordo com o § 3-1 da Lei de ensino (medida ordinária).

As normas associadas às exigências relacionadas ao transporte são baseadas na idade e na distância entre a casa e a escola. Além disso, os alunos têm direito ao transporte escolar, independente da distância, se morar em vias perigosas ou de difícil acesso. O planejamento do transporte escolar é instaurado ao ser definida a necessidade do mesmo. Com base nisso, são realizadas as negociações com os profissionais de transporte com a finalidade de cobrir a necessidade e combinar o preço dos serviços de transporte público.

Responsabilidade pela execução da medida

De comum acordo com o município, o distrito tem a responsabilidade principal de organizar e financiar o transporte público. Se os alunos necessitarem de transporte escolar devido a um trajeto escolar perigoso, o município deverá organizá-lo e será responsável por ele financeiramente (opplæringslovens § 13-4)

REFERÊNCIAS

- Aall Myhre, J. (1993). *ADR tilbengeren 1993*. Oslo, Fabritius Forlag.
- Adams, A., V. Collingwood & R. F. S. Job. (1985). *Evaluation of the 1982 Australia Post motorcycle training scheme*. Research Note RN 3/85. Sydney, Traffic Authority of New South Wales, Traffic Accident Research Unit, Sydney.
- Adler, G., Rottunda, S., Bauer, M. & Kuskowski, M. (2000). The older driver with Parkinson's disease. *Journal of Gerontological Social Work*, **34**(2), pp 39-49.
- Agent, K.R., Steenbergen, L., Pigman, J.G., Kidd, P.S., McCoy, C. & Pollack, S.H. (2001) Impact of partial graduated driver's license on teen motor vehicle crashes in Kentucky. *Transportation Research Record*, **1779**, 54-61.
- Allen, M. J. (1970). *Vision and highway safety*. Chilton Book Company, Philadelphia.
- Alvestad, M., Haugen, O.A. (1999). Death behind the wheel. *Tidsskrift For Den Norske Laegeforening [The Journal of the Norwegian Medical Association]*, **119**(7), 966-968.
- Ambulanseforum (2009). *Hva koster en ambulanseulykke?* Ambulanseforum(4), www.ambulanseforum.no.
- Amundsen, A.H. & Sagberg, F. (2003). *Hours of service regulations and the risk of fatigue- and sleep-related road accidents. A literature review*. TØI-Rapport 659/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Anund, A., Dukic, T., Börsbo, B., & Falkmer, T. (2010). *Piloting smart safe school bus: exploration of security gains from implementation of a driver support system, additional technical equipment and intelligent bus stops*. European Transport Research Review, <http://dx.doi.org/10.1007/s12544-010-0035-0>.
- Anund, A., Kronqvist, L., & Falkmer, T. (2005). Är kraven på utmärkning av skolskjutsfordon utmärkta? (No. 516). Linköping: VTI.
- Anund, A., Larsson, J., & Falkmer, T. (2003). *Skolskjutsbarns inblandning i olyckor 1994-2001*. Linköping: VTI.
- Anund, A., Larsson, J., Dukic, T., Pauzié, A., Gadegbeku, B., & Tardy, H. (2010). *Accident analysis report* (No. SAFEWAY2SCHOOL D1.4).
- Ball, K. & Owsley, C. (1991). Identifying Correlates of Accident Involvement for the Older Driver. *Human Factors*, **33**, 583-595.
- Bartl, G. (2004). *Ansätzfür mehr Verkehrssicherheit von Fabranfängern in Österreich*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Unterreihe Mensch und Sicherheit, 161.
- Becker, L.R., Zaloshnija, E., Levick, N., Lic, G. & Miller, T.R. (2003). Relative risk of injury and death in ambulances and other emergency vehicles. *Accident Analysis & Prevention*, **35**(6), 941-948.
- Bédard, M., Molloy, D. W., & Lever, J. A. (1998). Factors associated with motor vehicle crashes in cognitively impaired older adults. *Alzheimer Disease and Associated Disorders***12**(3), 135-139.
- Beilock, R., R. B. Capelle & E. B. Page. (1989). Speed and Training Factors Associated with Heavy Truck Accidents. *Transportation Quarterly*, **43**, 571-589.
- Belloc, B. & M. Ivaldi. (1991). *Evaluation de l'Apprentissage anticipé de la Conduite*. Rapport 9101. Université des Sciences Sociales de Toulouse, Faculté des Sciences Économiques, Groupe de Recherche en Économie Mathématique et Quantitative, Toulouse.
- Benzodiazepine/Driving Collaborative Group (1993). Are benzodiazepines a risk factor for road accidents? *Drug and Alcohol Dependence*, **33** (1993), 19-22.
- Bernhoft, I. M. (2001). *Risiko i trafikken 1997-1999*. Notat 9 2001. Danmarks Transportforskning, Lyngby.
- Berube, E. (1995). *Evaluation of Mature Driver Improvement Program Home-Study Courses*. Report RSS-95-157. California Department of Motor Vehicles.
- Beylich, K.-M., Bjørneboe, A., Christophersen, A, S., Fosser, S., Glad, A. & Mørland, J. (1994). *Frequency of alcohol and other intoxicants in blood samples from drivers involved in accidents*. TØI-rapport 248. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Bjørnskau T. (2000). *Risiko i veitrafikken 1997/98*. Oslo, Transportøkonomisk institutt, TØI rapport 483/2000.
- Bjørnskau T. (2003). *Risiko i veitrafikken 2001-2002*. Oslo, Transportøkonomisk institutt, TØI rapport 644/2003.
- Bjørnskau, T. (1988). *Risiko i persontransport på veg*. TØI-rapport 0002. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (1993). *Risiko i veitrafikken 1991/92*. TØI-rapport 216. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (1994). *Spillteori, trafikk og ulykker. En teori om interaksjon i trafikken*. TØI-rapport 287. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (2000). *Risiko i veitrafikken 1997/98*. TØI rapport 483/2000. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2005). *Sykkellulykker*. TØI Rapport 793/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2008). *Risiko i vegtrafikken 2005-2007* (Road traffic risk in Norway 2005-2007). TØI-rapport 986/2008. Oslo: Institute of Transport economics.
- Bjørnskau, T., Nævestad T. & Akhtar J. (2010). *Trafikksikkerhet blant mc-førere*. TØI rapport 1075/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Blower, D. F. (1996). *The Accident Experience of Younger Truck Drivers. Final report*. University of Michigan Trucking Research Institute and the Great Lakes Center for Truck and Transit Research, Ann Arbor.
- Boase, P. & Tasca, L. (1998). *Graduated Licensing System Evaluation*. Ministry of Transportation of Ontario, Safety Policy Branch: Interim Report '98, 410, SPB-98-101.
- Borger, A. & E. Frøysadal. (1993). *Sykkelundersøkelsen 1992*. TØI-rapport 217. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A. (1992). *Samfunnsøkonomiske kostnader ved føreropplæringen*. Arbeidsdokument TST/0352/92. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Borger, A. (1996). *Risikoberegning for transport av farlig gods på veg 1990-94*. Arbeidsdokument TST/0721/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bosserhoff, D. & D Swiderski. (1984). Priority for emergency vehicles by intervention in signal-setting programs. *Traffic Engineering and Control*, **25**, 314-316, 326.
- Bouchard, J., Dussaud, C., Simard, R., Gendreau, M. & Lemire, A.M. (2000). *The Quebec graduated licensing system for novice drivers: A two-year evaluation of the 1997 reform*. Conference on alcohol, drugs, and traffic safety, Stockholm.
- Brækhus, A. (1996). *Demens og bilkjøring. Dagens situasjon og praksis vedrørende helseattest for førerkort*. Upublisert rapport-manuskript. Ullevål sykehus, hukommelsesklinikken, Oslo.
- Brems, C. & Munch, K. (2008). *Risiko i trafiken 2000-2007*. Rapport 2:2008. Lyngby: DTU Transport.
- Broughton, J. (1987). *The effect on motorcycling of the 1981 Transport Act*. TRRL Research Report 106. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Broughton, J. (1988). *The variation of car drivers' accident risk with age*. Research report 135. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Bruneau, J.-F. (1999). *Evaluation of two school bus advance signalling devices: The eight-light system and hazard lights* (No. TP 13346E). Quebec.
- Cantor, D. E., Corsi, T. M., & Grimm, C. M. (2009). Do electronic logbooks contribute to motor carrier safety performance? *Journal of Business Logistics*, **30**, 203-222.
- Cappelen Akademisk Forlag (2003). *Vegtrafikklovgivningen 2003. Vegtrafikkloven med trafikkregler og forskrifter*. Ajourført pr 27.februar 2003. Oslo, Cappelen Akademisk Forlag.
- Carson, J., Holick, A., Park, E., Wooldridge, M., & Zimmer, R. (2005). *Development and evaluation of an active warning device for school bus loading and unloading points in areas of limited visibility*. Texas. Texas transportation institute Vollege Station.
- Carstensen, G. (1994). Evaluation of a New Driver Education in Denmark. In: *Proceedings of the Conference Strategic Highway Research Program (SHRP) and Traffic Safety on Two Continents*, Part 2, 287-298. September 22-24, Hague, Netherlands.
- Carstensen, G. (1996). *Køreuddannelsen til personbil - effekt på ubeldsduviklingen*. Rapport 2/1996. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, København.
- Carstensen, G. (2002). The effect of accident risk of a change in driver education in Denmark. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 111-121.
- Chaplin, J. P. & T. S. Krawiec. (1970). *Systems and Theories of Psychology*. Second Edition. Holt, Rinehart and Winston, London.
- Christensen, P. & A. Glad. (1996). *Obligatorisk glattkjøringskurs for førere av tunge biler. Effekt på ulykkesrisikoen*. TØI-rapport 334. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Christensen, P. (1992). *Kostnader ved alternativer for føreropplæring*. Arbeidsdokument TST/0381/92. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Christensen, P. (1995). *Beregning av kostnader forbundet med føreropplæring*. Arbeidsdokument TST/0652/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Christensen, P. (1997). *Beregning av føreropplæringskostnader*. TØI-notat 1056. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Christensen, P. (2003). *Topics in meta-analysis. Report 692/2003*. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Christensen, P., A. Glad & T. O. Pedersen. (1974). *Fornytt førerprøve som virkemiddel i trafiksikkerhetsarbeidet*. TØI-rapport 197. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Christie, R. (2001). *The effectiveness of driver training as a road safety measure: A review of the literature*. Royal Automobile Club of Victoria: Report 01/03.
- Congdon, P (1999). *VicRoads Hazard Perception Test, Can it Predict Accidents?* Australian Council for Educational Research, Victoria, Australia.
- Cooper, D., Gillen, D. & Atkins, F. (2004). *Impacts of California's graduated licensing law of 1998*. Institute of Transportation Studies, University of California, Berkley: Research Report UCB-ITS-RR-2004-1.
- Cooper, P.J., Tallman, K., Tuokko, H. & Beattie, B.L. (1993). Vehicle Crash Involvement and Cognitive Deficit in Older Drivers. *Journal of Safety Research*, **24**, 9-17.
- Coppin, R.S. & Peck, R.C. (1965). *The totally deaf driver in California – Part II*. Sacramento, California, Department of Motor Vehicles.
- Craft, R. (2000). *The Large Truck Crash Picture*, FMCSA. Office of Data Analysis and Information Systems, August.
- Crews, J. O. (1997). *Virginia school bus driver training: Does training program adequacy affects school bus accident rates?* Dissertation Submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Dahlstedt, S. (1980A). *Akustiska uttryknings signaler I: Ljudnivåer inuti, och utanför, uttrykningsfordon*. TØI-notat 544. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Dahlstedt, S. (1980B). *Akustiska uttryknings signaler II: Hörbarhet hos signaler med olika karaktär*. TØI-notat 545. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Dahlstedt, S. (1980C). *Akustiska uttryknings signaler III: Utrykningsfordons framkomlighet med olika signaler*. TØI-notat 546. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Dahlstedt, S. (1991). *Larmanordningar för utrykningsfordon. En litteraturstudie*. VTI-rapport 327. Väg- och Trafikinstitutet (VTI), Linköping.
- Daltrey, R. & B. Thompson. (1987). *Evaluation of motorcycle rider training and licensing schemes: Time series analysis*. Research Note RN/87/8. Melbourne, Research and Investigations Branch, Road Traffic Authority – Victoria.

- Danmarks statistik. (1982). *Færdselsubeld 1981. Kapittel 4 Personskader i forhold til transportmængde*. Statistiske meddelelser 1982:8. Danmarks statistik, København.
- Decina, L.E. & Staplin, L. (1993) Retrospective evaluation of alternative vision screening criteria for older and younger drivers. *Accident Analysis and Prevention*. **Vol 25**, 267-275.
- Dembe, A. E., Erickson, J. B., Delbos, R. G., & Banks, S. M. (2005). The impact of overtime and long work hours on occupational injuries and illnesses: New evidence from the united states. *Occupational and environmental medicine*, **62(9)**, 588-597.
- Denstadli, J.M. & Hjorthol, R. (2002). *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2001 - nøkkelrapport*. TØI-rapport 588/2002. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Detroit, Cleveland, Columbus - USA: Preusser, Williams, Lund, Zador (1990): Preusser, D. F.; Williams A. F.; Lund, A. K.; Zador, P. L. City curfew ordinances and teenage motor vehicle injury. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 391-397.
- Diamantopoulou, K., Skalova, M., Dyte, D., & Cameron, M. (1996). *Crash risks of road user groups in Victoria (88)*. Melbourne, Australia: Monash University Accident Research Centre.
- Dick, V., Hendrix, J., & Knipling, R. R. (2006). New hours-of-service rules: Trucking industry reactions and safety outcomes. *Transportation Research Record*, **1966**, 103-109.
- Dickens, W. T. (1986). Crime and punishment again: The economic approach with a psychological twist. *Journal of Public Economics*, **30**, 97-107.
- Dingus, T. A., Neale, V. L., Klauer, S. G., Petersen, A. D., & Carroll, R. J. (2006). The development of a naturalistic data collection system to perform critical incident analysis: An investigation of safety and fatigue issues in long-haul trucking. *Accident Analysis & Prevention*, **38(6)**, 1127-1136.
- Direktortatet for samfunnsikkerhet og beredskap (2009). *Forskrift om landtransport og farlig gods*.
- Doherty, S.T. & Andrey, J.C. (1997). Young drivers and graduated licensing: The Ontario case. *Transportation*, **24**, 227-251.
- Dow, T., Wilson, F. & Hildebrand, E. (2005). *Effects of the graduated licensing program on young drivers in New Brunswick*. University of New Brunswick, Transportation Group. Fredericton, NB: Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XV.
- Downing, A. (1988). The effectiveness of a retraining programme for bus drivers in Pakistan. In: *Road User Behaviour. Theory and Research*, 682-689. (Rothengatter, J. A. & R DeBruin eds.) Van Gorcum, Assen.
- Drachman, D. A. & Swearer, J. M. (1993). Driving and Alzheimer's disease: The risk of crashes. *Neurology*, **43**, 2448-2456.
- Dreyer, D. & M. Janke. (1979). The effects of range versus nonrange driver training on the accident and conviction frequencies of young drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **11**, 179-198.
- Driver Education (1998). *Teen crash rates drop under GDL*. Driver Education, 1998.
- Drummond, A. E. (1986). *Driver Licensing Age and Accident Involvement Rates of Young Drivers*. Report GR/86/15. Hawthorn, Victoria, Road traffic Authority, Hawthorn.
- ECBOS (2001). *Task 1.1*. Report (Annex). Graz: Technical University Graz.
- Elliott, M.A., C.J. Baughan, J. Broughton, B. Chinn, G.B. Grayson, J. Knowles, L.R. Smith, og H. Simpson. (2003). *Motorcycle safety: a scoping study: Prepared for Road Safety Division*. Department for Transport. Berkshire: Transport Research Laboratory.
- Elvik, R. (1985). *Kostnader til trafiksikkerhetstiltak i 1982. Sammenlikning med kostnader til tiltak i 1973 og 1978 og ulykkeskostnader de samme år*. TØI-notat 756. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1988). *Risiko ved transport av farlig gods på veg - foredrag presentert på NIF-kurs i april 1988*. Arbeidsdokument TS/0018/88. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1991). *Effektmåling av føreropplæring. Et eksempel på Effektmålingenes Jernlov?* Arbeidsdokument TST/0300/91. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1992). *Kan vi stole på resultatene av forskning om virkninger av føreropplæring?* Arbeidsdokument TST/0347/92. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1997). *Vegtrafikklovgivning, kontroll og sanksjoner. Potensialet for å bedre trafiksikkerheten og nytte-kostnadsvurdering av ulike tiltak*. TØI-notat 1073. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (2000). *Improving Road Safety in Sweden. An Analysis of the Potential for improving Safety, the Cost-Effectiveness and Cost-Benefit Ratios of Road Safety Measures. Main Report*. TØI rapport 490/2000. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2002). *A framework for cost-benefit analysis of policy options designed to control impaired driving*. Draft report of Deliverable P1 to project IMMORTAL. Oslo, Institute of Transport Economics, Norway.
- Elvik, R., Mysen, A. B., & Vaa, T. (1997). *Trafiksikkerhetsbåndboken*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Engbretsen, Ø. & K-E. Hagen. (1996). *Omfanget av skoleskyss og kostnader ved alternative skyssgrenser i barne- og ungdomsskolen*. TØI-rapport 333. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Engel, U. & L. Krogsgård Thomsen. (1989). Færdselsundervisning og propaganda - en færdselssikkerhedsfremmende foranstaltning? *Dansk Vejtidskrift*, **12**, 295-297.
- Eriksson, R. (1983). *Utvärdering av utbildning vid trafikövningsplatser*. Examensarbete. Pedagogiska institutionen, Uppsala Universitet, Uppsala.
- Erke, A. & Elvik, R. (2006). *Sikkerhetsmessige konsekvenser av to transportløsninger for transport av flydrivstoff til Gardermoen*. Arbeidsdokument SM/1788/2006. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- European Commission Transport Road Safety. (2004). *Road safety in school transport* (No. Final Report of the EU-project Road Safety in School Transport (rsst_final_report_v1.3.pdf)).

- Evans, L. (1991). *Traffic Safety and The Driver*. Van Nostrand Reinhold, New York, NY.
- Falkmer, T., Renner, L. & Anund, A. (2010). Estimated societal costs of a hierarchical measures approach to enhanced school transportation safety at bus stops on roads with high speed limits. *European Transport Research Review*. **Vol. 2, no 4**, pp. 201-207.
- Fazakerley, J. A. & A. J. Downing. (1980). *A comparison of two methods of driver testing*. TRRL Laboratory report 931. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Ferdun, G. S., R. C. Peck & R. S. Coppin. (1967). The Teen-Aged Driver. An Evaluation of Age, Experience, Driving Exposure and Driver Training as They relate to Driving Record. *Highway Research Record*, **163**, 31-53.
- Ferguson, S.A. (2003). Other high-risk factors for young drivers - how graduated licensing does, doesn't or could address them. *Journal of Safety Research*, **34**, 71-77.
- Fitten, L.J., Perryman, K.M., Wilkinson, C.J., Little, R.J., Burns, M.M., Pachana, N., Mervis, J.R., Malmgren, R., Siembieda, D.W. & Ganzell, S. (1995) Alzheimer and vascular dementias and driving. *Journal of the American Medical Association*, **273**, 1360-1364.
- Folkard, S., & Lombardi, D. A. (2006). Modeling the impact of the components of. Long work hours on injuries and accidents. *American Journal of Industrial Medicine*, **49**, 953-963.
- Fontaine, H. (1988). Usage de l'automobile et risque d'accident. *Recherche Transports Sécurité*, **20**, 5-12.
- Forsyth, E.; Maycock, G.; Sexton, B. (1995). *Cohort study of learner and novice drivers: Part 3, accidents, offences and driving experience in the first three years of driving*. Project Report 111. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Foss, R.D., Feagernes, J.R. & Rodgman, E.A. (2001). Initial effects of graduated driver licensing on 16-year old driver crashes in North Carolina. *Journal of the American Medical Association*, **286**, 1588-1592.
- Fosser, S. & R. Elvik. (1996). *Dødsrisiko i vegtrafikken og andre aktiviteter*. TØI-notat 1038 Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1986). *Ulykkesrisiko ved politiets utrykningskjøring*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1989). *Bilføreropplæring i kjøregård*. TØI-rapport 0027. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- French, M. T., Gumus, G., & Homer, J. F. (2009). Public policies and motorcycle safety. *Journal of Health Economics*, **28**, 831-838.
- Friedland, R.P., Koss E., Kumar A. et al. (1988). Motor Vehicle Crashes in Dementia of the Alzheimer Type. *Annals of Neurology*, **24**, 782-786.
- Frith, W. J. (1994). A case-control study of heavy vehicle drivers' working time and safety. *Proceedings 17th ARRB Conference, Part 5*, 17-30, 1994. Australian Road Research Board, Vermont South.
- Frøyland, P. (1983). *Risiko ved utrykningskjøring. En analyse av ulykker og risiko i utrykningsetatene i Norge, og en analyse av ambulansetjenesten basert på en undersøkelse i fire fylker*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fyhri, A. (2005). *Bruker barn beina? Evaluering av prosjektet Aktive skolebarn (2002 - 2005)*. TØI-Rapport 814/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Gaudry, M. (1987). *Responsibility for accidents: Relevant results selected from the DRAG model*. Publication # 544. Centre for transport research, University of Montreal.
- Gebers, M.A. & Peck, R.C. (2003). Using traffic conviction correlates to identify high accident-risk drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 903-912.
- Glad, A. (1985). *Research on drinking and driving in Norway. A survey of recent research on drinking and driving and on dring drivers*. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Glad, A. (1988). *Fase 2 i føreropplæringen. Effekt på ulykkesrisikoen*. TØI-rapport 15. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Glad, A. (1996). *Effekt på trafiksikkerheten av økt kjøretrening i føreropplæringen*. Arbeidsdokument TST/0749/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Goodwin, A.H. & Foss, R.D. (2004). Graduated driver licensing restrictions: Awareness, compliance, and enforcement in North Carolina. *Journal of Safety Research*, **35**, 367-374.
- Gray, I. (1990). An attempt to reduce accidents in a company car fleet by driver training and encouragement of low risk driving habits. *Journal of Traffic Medicine*, **18**, 139-141.
- Gregersen, N. P. & B. Morén. (1990). *Trafiksäkerhetsåtgärder i Televerket: Ett jämförande försök att minska skador och kostnader under körträning, gruppsamtal, bonus och kampanj*. VTI-rapport nr 348. Linköping, Väg- och Trafikinstitutet,
- Gregersen, N. P. (1993). *Integrerad förarutbildning. Ett försök med strukturerat samarbete mellan trafikskola och privatlärare*. VTI-rapport 376. Väg- och Trafikinstitutet (VTI), Linköping.
- Gregersen, N. P. (1994). Systematic cooperation between driving schools and parents in driver education, an experiment. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 453-461.
- Gregersen, N. P. (1995). *Prevention of road accidents among young novice car drivers*. Linköping University Medical Dissertations No 444. Department of Community Medicine, Faculty of Health and Swedish Road and Transport Research Institute, Linköping.
- Gregersen, N. P. (1996). Young drivers' overestimation of their own skill - an experiment on the relation between training strategy and skill. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 243-250.
- Gregersen, N. P. (1997). *Utvärdering av 16-årsgräns för övingskörning*. VTI-rapport 418. Väg- och Transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Gregersen, N. P., B. Brehmer & B. Morén. (1996). Road safety improvement in large companies. An experimental comparison of different measures. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 297-306.

- Gregersen, N.P., Berg, H.Y., Engström, I., Nolen, S., Nyberg, A. & Rimmö, P.-A. (2000). Sixteen years age limit for learner drivers in Sweden – an evaluation of safety effects. *Accident Analysis and Prevention*, **32**, 25-35.
- Gregersen, N.P., Nyberg, A. & Berg, H.Y. (2003). Accident involvement among learner drivers – an analysis of the consequences of supervised practice. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 725-730.
- Gresset J.A. & Meyer, F.M. (1994). Risk of accidents among elderly car drivers with visual acuity equal to 6/12 or 6/15 and lack of binocular vision. *Ophthalmic Physiol Opt*, **14**, January, 33-37.
- Griffin, R. M. & D. Johnson, D. (1980). Northampton fire priority demonstration scheme - a report on the first part of the “before” study and EVADE. *Traffic Engineering and Control*, **21**, 182-185.
- Grimsmo, A. (1995). *Arbeidsmiljø og arbeidsbelse i transport- og lagerarbeid. En rapport fra 1990-årene med tilbakeblikk på 1980-tallet*. Rapport nr 4/1995. Oslo, Arbeidsforskningsinstituttet.
- Grøndahl Dreyer (1995). *Lov om Samferdsel. Særtrykk*. Oslo, Grøndahl Dreyer.
- Hackman, K. S., E. E. Larson & A. E. Shinder. (1978). *Analysis of accident data and hours of service of interstate commercial motor vehicle drivers*. Report PB 286 718. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Hagen, K-E. & Engebretsen, Ø. (1996). *Omfanget av skoleskysst og kostnader ved alternative skyssgrenser i barne- og ungdomsskolen*. TØL-rapport 333. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hagenzieker, M. (1991). The effects of enforcement and rewards on safety-belt use: A field study in the Netherlands. I: *Proceedings of the international road safety symposium* in Copenhagen, Denmark, September 19-21,1990, 65-68. (Koornstra, M. J. & J. Christensen eds). SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Hagenzieker, M., Bijleveld, F.D. & Davidse, R. (1997). Effects of incentive programs to stimulate safety belt use: A meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 759-777.
- Hagge, R. A. & P. A. Romanowicz. (1996). Evaluation of California's commercial driver license program. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 547-559.
- Hagge, R. A. & W. C. Marsh. (1986). *An evaluation of the traffic safety impact of provisional licensing*. Interim report. Sacramento, CA, Department of Motor Vehicles, Sacramento.
- Hamelin, P. (1987). *Lorry drivers' time habits in work and their involvement in traffic accidents*. Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS), Paris.
- Hanowski, R. J., Hickman, J. S., Olson, R. L., & Bocanegra, J. (2009). Evaluating the 2003 revised hours-of-service regulations for truck drivers: The impact of time-on-task on critical incident risk. *Accident Analysis & Prevention*, **41**(2), 268-275.
- Hanowski, R. J., Hickman, J., Fumero, M. C., Olson, R. L., & Dingus, T. A. (2007). The sleep of commercial vehicle drivers under the 2003 hours-of-service regulations. *Accident Analysis & Prevention*, **39**(6), 1140-1145.
- Hanowski, R. J., Olsen, R., Bocanegra, J. L., & Hickman, J. S. (2008). *Analysis of risk as a function of driving-hour: Assessment of driving-hours 1 through 11*. Report FMCSA-RRR-08-002. Virginia Tech Transportation Institute, Blacksburg, VA.
- Hansotia, P., & Broste, S.K. (1991). The effect of epilepsy or diabetes mellitus on the risk of automobile accidents. *New England Journal of Medicine*, **324**(1), 22-26.
- Harrington, D. M. (1972). The young driver follow-up study: an evaluation of the role of human factors in the first four years of driving. *Accident Analysis and Prevention*, **4**, 191-240.
- Harris, W. & R. R. Mackie. (1972). *A study of the relationships among fatigue, hours of service, and the safety of operations of truck and bus drivers*. Report BMCS-RD-71-2. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington DC.
- Hatakka, M., Keskinen, E., Katila, A. & Laapotti, S. (1996). Professional and private driver training in Finland - evaluation of results. In: *Proceedings (245-249) of International Conference on Traffic and Transport Psychology*, Valencia, Spain, May 22-25, Spain.
- Hatakka, M., Keskinen, E., Katila, A. & Laapotti, S. (1996). Professional and private driver training in Finland - evaluation of results. In: *Proceedings (245-249) of International Conference on Traffic and Transport Psychology*, Valencia, Spain, May 22-25, Spain.
- Hauer, E. & B. N. Persaud. (1983). A Common Bias in Before-and-After Accident Comparisons and Its Elimination. *Transportation Research Record*, **905**, 164-174.
- Hautzinger, H. & B. Tassaux. (1989). *Verkehrsmobilität und Unfallrisiko in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisbericht*. Forschungsbericht 195. Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach.
- Hautzinger, H., Tassaux-Becker, B., Hamacher, R. (1996). *Verkehrsunfallrisiko in Deutschland (Road accidents in Germany)*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M 58.
- Hautzinger, H.; Tassaux, B. (1989). *Verkehrsmobilität und Unfallrisiko in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisbericht*. Forschungsbericht 195.
- Heggdal, M. Aa., K. Pedersen & T. Conradi. (1990). *La Conduite Accompagnée. Fransk føreropplæring går nye veier. Inntrykk fra en studietur til Frankrike 11.-15. januar 1990*. Vegdirektoratet, Opplæringskontoret, Oslo.
- Heikkinen, S., Dukic, T., Henriksson, P., Høye, A., Peters, B., & Sagberg, F. (2010). Åtgärder för äldre bilförare – effekter på trafiksäkerhet och mobilitet. VTI-rapport 682. Linköping, Sweden: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Heinzmann, H.-J. & Schade, F.-D. (2003). *Moderne Verkehrstechnologie - Fabrdatenpeicher und junge Fahrer*. Berichte der BASt, Reihe Mensch und Sicherheit, M 148.
- Hemmelgarn, B., Suissa, S., Huang, J-F. & Pinard, G. (1997). Benzodiazepine use and the risk of motor vehicle crash in the elderly. *JAMA*, **278**(1), 27-31.

- Hertz, R. P. (1988). Tractor-trailer driver fatality: the role of nonconsecutive rest in a sleeper berth. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 431-439.
- Hess, E. & P. Born. (1987). *Erfolgskontrolle von Antischleuderkursen*. Bfu-Report 10. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (BFU), Bern.
- Hills, B. L. & Burg, A. (1977). *A reanalysis of California driver vision data: general findings*. TRRL Laboratory Report 768. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Hingson, R.; Heeren, T.; Mangione, T.; Morelock, S.; and Mucatel, M. (1982). Teenage Driving after Using Marijuana or Drinking And Traffic Accident Involvement. *Journal of Safety Research*, **13**, 33-37.
- Hofstetter, H. W. (1976). Visual acuity and highway accidents. *Journal of the American Optometric Association*, **47**, 887-893.
- Hoinville, G., R. Berthoud & A. M. Mackie. (1972). *A study of accident rates amongst drivers who passed or failed an advanced driving test*. Report LR 499. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Honey, D. W. (1972). Priority routes for fire appliances. *Traffic Engineering and Control*, **13**, 166-167.
- Honkanen, R., Ertama, L., Linnoila, M., Alha, A., Lukkari, I., Karlsson, M., Kiviluoto, O. & Puro, M. (1980). Role of drugs in traffic accidents. *British Medical Journal*, **281**, 1309-1312.
- Hurt, H. H., J. V. Ouellet & D. R. Thom. (1981). *Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures*. Final Report, Volume 1, Technical Report. Report DOT-HS-805 862. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Hvoslef, H. (1990). *Yrkesrisiko i transport*. Notat av 27.4.1990. Oslo, Vegdirektoratet, Trafikksikkerhetskontoret.
- Ingebrigtsen, S. (1989). *Motorsykler, moped og ulykker*. TØI-rapport 30. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ingebrigtsen, S. (1990). *Risikofaktorer ved ferdsel med moped og motorsykel*. TØI-rapport 66. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ingebrigtsen, Siv (1990). *Risikofaktorer ved ferdsel med moped og motorsykel - en analyse av data fra et forikringselskap*. (No 30/1989) Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Janke, M. K. (1983). Accident Rates of Drivers with Bioptic Telescopic Lenses. *Journal of Safety Research*, **14**, 159-165.
- Janke, M. K. (1990). Safety effects of relaxing California's clean-record requirement for driver license renewal by mail. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 335-349.
- Janke, M. K. (1994). The Mature Driver Improvement Program in California. *Transportation Research Record*, **1438**, 77-83.
- Janke, M.K. (1993). Reportable medical conditions and driver risk. *Alcohol, Drugs and Driving*, **9(3-4)**, 167-183.
- Johansson, K. (1997). *Older Automobile Drivers: Medical Aspects*. Doctor's Dissertation. Department of Clinical Neuroscience and Family Medicine, Division of Geriatric Medicine, Traffic Medicine Center, Karolinska Institute, Stockholm, Sweden.
- Johansson, R. (1982). *Förhållandet mellan upplevd och verklig olycksrisk*. TFD-rapport 1982:9. Transportforskningsdelegationen, Stockholm.
- Johansson, R. (1991). *Funderingar kring varför trafiksäkerhetsutbildning ofta har så begränsade trafiksäkerhetseffekter*. VTI-notat TF 54-11 (1991-02-26). Väg- och Trafikinstitutet (VTI), Linköping.
- Jonah, B. A. (1986). Accident risk and driver risk-taking behaviour among young drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 255-271.
- Jonah, B. A., N. E. Dawson & B. W. E. Bragg. (1981). Predicting accident involvement with the motorcycle operator skill test. *Accident Analysis and Prevention*, **13**, 307-318.
- Jonah, B. A., N. E. Dawson & B. W. E. Bragg. (1982). Are formally trained motorcyclists safer? *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 247-255.
- Jones, B. (1994). The effectiveness of provisional licensing in Oregon: An analysis of traffic safety benefits. *Journal of Safety Research*, **25**, 33-46.
- Jones, I. S. & H. S. Stein. (1987). *Effect of driver hours of service on tractor-trailer crash involvement*. Arlington, Va, Insurance Institute for Highway Safety, Arlington.
- Jones, M. H. (1973). *California driver training evaluation study*. Final report. California Department of Motor Vehicles, Sacramento.
- Jovanis, P. P., Park, S.-W., Chen, K.-Y., & Gross, F. (2005). *On the relationship of crash risk and driver hours of service*. Paper presented at the 2005 International Truck and Bus Safety and Security Symposium, Alexandria, VA.
- Jovanis, P. P., Wu, K.-F., & Chen, C. (2012). Effects of hours of service and driving patterns on motor carrier crashes. *Transportation Research Record*, **2281**, 119-127.
- Kasznik, A. W. P. M. Keyl & M. S. Albert. (1991). Dementia and the Older Driver. *Human Factors*, **33**, 527-537.
- Kelsey, S. L. & M. K. Janke. (1983). Driver License Renewal By Mail in California. *Journal of Safety Research*, **14**, 65-82.
- Kelsey, S. L., Janke, M., Peck, R.C. & Ratz, M. (1985). License Extensions for Clean-Record Drivers: A 4-Year Follow-Up. *Journal of Safety Research*, **16**, 1491-67.
- Keskinen, E., Hatakka, M., Katilla, A. & Laapotti, S. (1992). *Onnistiuko kuljettajapetuksen uudistus? Seurantaprojektin loppuraportti*. Psykologian Tutkimuksia 94. Turun Yliopisto, Turku.
- King, R. D. (1996). *Bus Occupant Safety*. Synthesis of Transit Practice 18. Transportation Research Board, National Academy Press, Washington DC.
- Kircher, K., Thorslund B, Kircher A, Falkmer T, & Anund A. (2007). *Passering av buss i 30 km/h - Utvärdering av säkerhetseffekter i samband med hastighetsgräns 30 km/h vid passering av buss - en simulatorstudie*. Linköping: VTI.

- Kirk, A. & Stamatidis, N. (2001). Crash rates and traffic manoeuvres of young drivers. *Transportation Research Record*, **1779**, 68-74.
- Koch, H. (1991). Der Einfluss des Stufenführerscheins auf das Unfallgeschehen 18- und 19jähriger Motorradfahranfänger. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, **37**, 66-70.
- Koepsell, T.D., Wolf, M.E., McCloskey, L., Buchner, D.M., Louie, D., Wagner, E.H. & Thompson, R.S. (1994). Medical Conditions and Motor Vehicle Collision Injuries in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, **42**, 695-700.
- Kolbenstvedt, M. (1986). *Trafikkulykker og reisevaner blant skolebarn i Østfold 1985. Resultater fra en spørreundersøkelse blant 10.500 grunnskoleelever*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Kostyniuk, L. (2003). Pupil Fatalities on Public Transit Buses: A Comparison with School Buses. *Journal of Public Transportation*, **6(3)**, 43-63.
- Kraus, J. F., R. S. Riggins & C. E. Franti. (1975). Some epidemiologic features of motorcycle collision injuries. I. Introduction, methods and factors associated with incidence. *American Journal of Epidemiology*, **102**, 74-98.
- Lähdeniemi, E. (1995). *Effects of defensive driving training in a bus company*. Research Reports 41/1995. The Central Organization for Traffic Safety in Finland (Liikenneturva), Helsinki.
- Lahr, L. E. & A. C. Heinsen. (1959). Visibility of colors: A field study of the relative visibility of various colors. *California Fish and Game Quarterly*, **45**, 208-209.
- Lam, L.T. (2003). Factors associated with young drivers' car crash injury: Comparisons among learner, provisional, and full licenses. *Accident Analysis and Prevention*, **11**, 913-920.
- Langley, J. D., A. C. Wagenaar & D. J. Begg. (1996). An evaluation of the New Zealand graduated driver licensing system. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 139-146.
- Larsson, J. (2008). *Skador i trafikolyckor med buss 2003–2006. Särskilt barns skolresor* (No. VTI rapport 624). Linköping.
- Leveille, S.G., Buchner, D.M., Koepsell, T.D., McCloskey, L.W., Wolf, M.E. & Wagner, E.H. (1994). Psychoactive medications and injurious motor vehicle collisions involving older drivers. *Epidemiology*, **5**, 591-598.
- Levick, N. (2001). Emergency vehicle safety research – An overview of current status and history. *Proceedings of the Military and Emergency Vehicles Safety TOPical TECHNical (TOPTEC)*.
- Levy, D.T. (1990). Youth and traffic safety: The effects of driving age, experience, and education. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 327-334.
- Lewandowski, I. (1995). *Syn bos trafikanter*. Inger Lewandowski Consult, Mjøndalen.
- Lin, M.L. & Fearn, K.T. (2003). The provisional license: Night time and passenger restrictions, a literature review. *Journal of Safety Research*, **34**, 51-61.
- Lin, T-D., P. P. Jovanis & C-Z. Yang. (1993). Modeling the Safety of Truck Driver Service Hours Using Time-Dependent Logistic Regression. *Transportation Research Record*, **1407**, 1-10.
- Lin, T-D., P. P. Jovanis & C-Z. Yang. (1994). Time of Day Models of Motor Carrier Accident Risk. *Transportation Research Record*, **1467**, 1-8.
- Lings, S. (2001). Increased driving accident frequency in Danish patients with epilepsy. *Neurology*, **57**, 435-439.
- Lisper, H-O. (1977). *Trötthet i trafiken: En empirisk och teoretisk översikt*. Bilag 1 (229-276) i SOU 1977:2, Bilarbetstid. Kommunikationsdepartementet, Stockholm.
- Lisper, H-O., Dureman, I., Ericsson, S. & Karlsson, N.G. (1971). Effects of sleep deprivation and prolonged driving upon subsidiary reaction time. *Accident Analysis and Prevention*, **2**, 335-341.
- Lloyd, L. E. et al. (1994). Evaluation of the Texas motorcycle operator training course. Paper submitted to *Accident Analysis and Prevention*, 1994 (unpublished).
- Longo, M.C., Hunter, C.E., Lokan, R.J., White, J.M. & White, M.A. (2000). The prevalence of alcohol, cannabinoids, benzodiazepines and stimulants amongst injured drivers and their role in driver culpability. Part I: The prevalence of drug use in drivers, and characteristics of the drug-positive group. *Accident Analysis and Prevention*, **32** (2000) 613-622.
- Longo, M.C., Lokan, R. J. & White, J.M. (2001). The relationship between blood benzodiazepines concentration and vehicle crash culpability. *Journal of Traffic Medicine*, **29(1-2)**. 36-43, 2001.
- Louisell, C., Collura, J., Teodorovic, D. & Tignor, S. (2004). Simple worksheet method to evaluate emergency vehicle preemption and its impacts on safety. *Transportation Research Record* 1867/2004.
- Lund, A. K., A. F. Williams & P. L. Zador. (1986). High school driver education: Further evaluation of the DeKalb County study. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 349-357.
- Lyles, R. W., S. Narupiti & S. Johar. (1995). *Relationship between CDL Test scores and driver safety*. Paper 950074. 74th Annual Meeting, Transportation Research Board, January 22-28, Washington DC.
- Maag, U., Vanasse, C., Dionne, G. & Laberge-Nadeau, C. (1997). Taxi drivers' accidents: how binocular vision problems are related to their rate and severity in terms of the number of victims. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 217-224.
- Mackie, R. R. & J. C. Miller. (1978). *Effects of hours of service, regularity of schedules, and cargo loading on truck and bus driver fatigue*. Report PB 290 957. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- MacPherson, R.D., Perl, J., Starmer, G.A., Homel, R. (1984). Self-reported drug-usage and crash-incidence in breathalyzed drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 139-148.
- Mäki, M. & Linnoila, M. (1976). Traffic accident rates among Finnish out-patients. *Accident Analysis and Prevention*, **8**, 39-44.

- Manders, S. M. & G. C. Rennie. (1984). *An Evaluation of an Advanced Driver Training Course Involving Company Drivers*. Report 1/84 (GR). Road Traffic Authority, Road Safety and Traffic Bureau, Melbourne.
- Mann, R. E.; Vingilis, E. R.; Gavin, D.; Adlaf, E. & Anglin, L. (1991). Sentence severity and the drinking driver: Relationships with traffic safety outcome. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 483-491.
- Marek, J. & T. Sten. (1977). *Traffic environment and the driver. Driver behavior and training in international perspective*. Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Ill.
- Marottoli, R.A., Cooney, L.M., Wagner, D.R., Doucette, J., & Tinetti, M.E. (1994). Predictors of Automobile Crashes and Moving Violations Among Elderly Drivers. *Annals of Internal Medicine*, **121**, 842-846.
- Massie, D. L., Green, P.E. & Campbell, K.L. (1997). Crash involvement rates by driver gender and the role of average annual mileage. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 675-685.
- Massie, D. L., K. L. Campbell & A. F. Williams. (1995). Traffic accident involvement rates by driver age and gender. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 73-87.
- Masten, S.V. & Hagge, R.A. (2003). *Evaluation of California's graduated driver licensing program*. California Department of Motor Vehicles.
- Masten, S.V. & Hagge, R.A. (2004). Evaluation of California's graduated driver licensing program. *Journal of Safety Research*, **35**, 523-535.
- Masten, S.V. (2004). *Teenage driver risks and interventions*. California Department of Motor Vehicles: Report RSS-04-207.
- Mathijssen, M.P.M., Koornstra, M.J. & Commandeur, J.J.F. (2002). *Het effect van alcohol-, drugs- en geneesmiddelengebruik op het letselrisico van automobilisten*. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV), SWOV-report nr R-2002-14.
- Maycock, G., C. R. Lockwood & J. F. Lester. (1991). *The accident liability of car drivers*. Research Report 315. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Mayhew, D.R. & Simpson, H.M. (2001). *Graduated licensing for motorcyclists*. Ottawa, Ontario: Traffic Injury Research Foundation.
- Mayhew, D.R. (2003). The learner's permit. *Journal of Safety Research*, **34**, 35-43.
- Mayhew, D.R., Simpson, H.M. & Pak, A. (2003). Changes in collision rates among novice drivers during the first months of driving. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 683-691.
- Mayhew, D.R., Simpson, H.M., Des Groseilliers, M. & Williams, A.F. (2001). Impact of the graduated driver licensing program in Nova Scotia. *Journal of Crash Prevention and Injury Control*, **2**, 179-192.
- Mayhew, D.R., Simpson, H.M., Desmond, K. & Williams, A.F. (2003). Specific and long-term effects of Nova Scotia's graduated licensing program. *Traffic Injury Prevention*, **4**, 91-97.
- McCartt, A. T., Hellinga, L. A., & Solomon, M. G. (2008). Work schedules of long-distance truck drivers before and after 2004 hours-of-service rule change. *Traffic Injury Prevention*, **9**(3), 201-210.
- McCartt, A. T., Rohrbaugh, J. W., Hammer, M. C., & Fuller, S. Z. (2000). Factors associated with falling asleep at the wheel among long-distance truck drivers. *Accident Analysis & Prevention*, **32**(4), 493-504.
- McCloskey, L.W., Koepsell, T.D., Wolf, M. E. & Buchner, D.M. (1994). Motor vehicle collision injuries and sensory impairments of older drivers. *Age and Ageing*, **23**, 267-273.
- McCray, L., & Brewer, J. (2002). *School Bus Safety: Crashworthiness Research* (No. Report to Congress <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-11/SchoolBus.html>): NHTSA.
- McDavid, J. C., B. A. Lohrmann & G. Lohrmann. (1989). Does Motorcycle Training Reduce Accidents? Evidence from a Longitudinal Quasi-Experimental Study. *Journal of Safety Research*, **20**, 61-72.
- McGeehan, J., Annest, J., Vajani, M., Buil, M., Agran, P., & Smith, G. (2006). School Bus-Related Injuries Among Children and Teenagers in the United States, 2001-2003. *Pediatrics*, **118**(5), 1978-1983.
- McGuire, F. L. (1971). Psychological and educational methods of influencing driver behavior. In: *Volume 2 of Proceedings of international Symposium on psychological aspects of driver behaviour*, held at Noordwijkerhout, The Netherlands.
- McGwin, G., Sims, R.V., Pulley, L. & Roseman, J.M. (2000). Relations among chronic medical conditions, medications, and automobile crashes in the elderly: A population-based case-control study. *American Journal of Epidemiology*, **152**, 424-431.
- McKenna, C.K., Yost, B., Munzenrider, R.F. & Young, M.L. (2000). *An evaluation of driver education on Pennsylvania*. Pennsylvania Transportation Institute: Report PA-2000-025+97-04(59).
- McKnight, A. J. & R. Edwards. (1982). An experimental evaluation of driver license manuals and written tests. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 187-192.
- McKnight, A. J., G. A. Simone & J. R. Weidman. (1982). *Elderly Driver Retraining. Final Report*. Report DOT-HS-806 336. Washington DC, US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration,
- McKnight, A. J., P. Hyle & L. Albrecht. (1983). *Youth license control demonstration project*. Report DOT HS 806 616. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- McKnight, A.J. & Peck, R.C. (2002). Graduated driver licensing: What works? *Injury Prevention*, **8**, 32-38.
- Meewes, V. & G. Weissbrodt. (1992). *Führerschein auf Probe. Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit*. Heft 87, Reihe Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch-Gladbach.
- Mercer, G. W. (1989). Traffic accidents and convictions: group totals versus rate per kilometer driven. *Risk Analysis*, **9**, 71-77.
- Michon, J. A. (1988). Should drivers think? In: *Road User Behaviour. Theory and Research*, 508-517 (Rothengatter, J. A. & R. DeBruin. Eds.). Van Gorcum, Assen.

- Miller, T. R. & Galbraith, M. (1995). Estimating costs of occupational injury in the United States. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 741-747.
- Misumi, J. (1982). Action Research on Group Decision Making and Organizational Development. In: *Social Psychology, Selected Revised Papers, XXIIInd International Congress of Psychology, Leipzig, GDR, July 6-12, 1980*, 94-98 (Hiebsch, H. ed.) North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Moe, D. (1992). *Motorbaner og trafikksikkerhet*. Rapport STF63 A92010. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Moe, J. (1983). *Akuttmedisin og transport av syke og skadede*. Teknologisk Forlag, Oslo.
- Morrisey, M.A., Grabowski, D.C., Dee, T.S. & Campbell, C. (2006). The strength of graduated drivers license programs and fatalities among teen drivers and passengers. *Accident Analysis and Prevention*, **38**, 135-141.
- Morrow, P. C., & Crum, M. R. (2004). Antecedents of fatigue, close calls, and crashes among commercial motor-vehicle drivers. *Journal of Safety Research*, **35**(1), 59-69.
- Mortimer, R. G. (1984). Evaluation of the motorcycle rider course. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 63-71.
- Mortimer, R. G. (1988). A Further Evaluation of the Motorcycle Rider Course. *Journal of Safety Research*, **19**, 187-196.
- Moses, L. N. & Savage, I. (1994). The effect of firm characteristics on truck accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 173-179.
- Muskaug, R. (1984). *Tunge kjøretøy og sikkerhet på veg. Forprosjekt*. TØI-notat 692. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Nada-Raja S., Langley, J.D., McGee, R., Williams, S.M., Begg, D.J. & Reeder, A.I. (1997). Inattentive and behavioural and driving offences in adolescence. *Journal of the American Academy of Child and Adolescence Psychiatry*, **36**, 515-522.
- Nathan, R. A. (1969). What's the safest color for a motor vehicle? *Traffic Safety*, **69**, 13, September.
- Neutel, I. (1998). Benzodiazepine-related traffic accidents in young and elderly drivers. In Hindmarch, I & Riedel, WJ (eds). *Drugs & Driving, Human Psychopharmacology Clinical and Experimental*, **November 1998**, S115-S123
- Newman, S., Catchpole, J., Tziotis, M., & Attewell, R. (2002). *Review of the school bus safety action plan: Final report*. Report AP-R207/02. Austroads: Sydney, New South Wales, Australia.
- Nilsson, A. (2001). *Re-allocating road space for motor vehicles to bicycles: effects on cyclist's opinion and motor vehicle speed*. The AET European Transport Conference, Cambridge.
- Nilsson, G. (2002). *The three dimensions of exposure, risk and consequence*. Unpublished manuscript. Swedish national road and transport research institute, Linköping.
- Nordbakke, S. (2004). *Trøtte typer på tur. Trøtthet og innsøvnig bak rattet - erfaring, kunnskap og atferd blant private bilister og yrkesførere*. TØI-Rapport 706/2004. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Norges offentlige utredninger. (1995). NOU 1995:18. *Ny lovgivning om opplæring*. Oslo.
- Nygård, J. F. & G. Tellnes. (1994). *Arbeidsmiljø, helse og trafikksikkerhet blant yrkessjåfører. Delrapport 1: Basisregistrering. Gruppe for trygdemedisin*, Universitetet i Oslo.
- O'Day, J. (1970). A before and after analysis of accidents involving students of the defensive driving course. *Accident Analysis and Prevention*, **2**, 175-188.
- OECD Scientific Expert group. (1996). *Training truck drivers*. OECD, Paris.
- Opdal, L. (1994). *Evaluering av TS-pakkens virkning på trafikkkulykker*. Hovedoppgave i pedagogikk, våren 1994. Universitetet i Oslo, Det samfunnsvitenskapelige fakultet, Pedagogisk Forskningsinstitutt, Oslo.
- Opplysningsrådet for veitrafikken (2009). www.ofv.no.
- Ormston, R., Dudleston, A., Pearson, S., & Stradling, S. (2003). *Evaluation of Bikesafe Scotland*. <http://www.scotland.gov.uk/cru/resfinds/eobs-00.asp>.
- Owsley, C., McGwin Jr., G., Sloane, M. E., Wells, J., Stalvey, B. T. & Gauthreaux, S. (2002). Impact of cataract surgery on motor vehicle crash involvement by older adults. *The Journal of the American Medical Association JAMA*, **288**(7), 841-849.
- Owsley, C., McGwin, G., & Ball, K. (1998). Vision Impairment, Eye Disease, and Injurious Motor Vehicle Crashes in the Elderly. *Ophthalmic Epidemiology*, **5**(2), 101-113.
- Page, Y., Ouimet, M.C. & Cuny, S. (2004). An evaluation of the effectiveness of the supervised driver training system in France. *Association for the Advancement of Automotive Medicine 48th Annual Conference*. Biscane, Florida.
- Park, S.-W., & Jovanis, P. P. (2010). Hours of service and truck crash risk. *Transportation Research Record*, **2194**, 3-10.
- Park, S.-W., Mukherjee, A., Gross, F., & Jovanis, P. P. (2005). Safety implications of multiday driving schedules for truck drivers: A comparison of field experiments and crash data analysis. *Transportation Research Record*, **1922**, 167-174.
- Payne, D. E. & J. E. Barmack. (1963). An experimental field test of the Smith-Cummings-Sherman driver training system. *Traffic Safety Research Review*, **7**, 10-14.
- Pedersen, T. O. & P. Christensen. (1973). *En kartlegging av bilføreres forståelse av vikepliktregler og skilt*. TØI-rapport 139. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Phillips, R.O. & Bjørnskau, T. (2013). *Health, safety and bus drivers*. TØI Report 1279/2013. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Pokorny, M.L.I., Blom, D.H.J., van Leeuwen, P. et al. (1987). Shift Sequences, Duration of Rest Periods, and Accident Risk of Bus Drivers. *Human Factors*, **29**, 73-81.
- Popkin, C. L. & J. R. Stewart. (1992). Can the crash risk for medically impaired drivers be reduced? *Journal of Traffic Medicine*, **20**, 49-57.
- Poppe, F. (1993). *Verkeersrisico's in Nederland. 1. De cijfers*. SWOV rapport R-93-57. 2. Verantwoording. SWOV rapport R-93-58. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam,

- Potter, B. C. et al. (1977). *Effectiveness of audible warning devices on emergency vehicles*. Report DOT-TSC-OST-77-38. US Department of Transportation, Washington DC.
- Preusser, D. F., Zador, P.L. & Williams, A.F. (1993). The effect of city curfew ordinances on teenage motor vehicle fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 641-645.
- Preusser, D.F., Williams, A.F., Lund, A.K. & Zador, P.L. (1990). City curfew ordinances and teenage motor vehicle injury. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 391-397.
- Preusser, D.F., Williams, A.F., Zador, P.L. & Blomberg, R.D. (1984). The effect of curfew laws on motor vehicle crashes. *Law and Policy*, **6**, 115-128.
- Raub, R. A. (1985). Removal of roof-mounted emergency lighting from police patrol vehicles: An evaluation. *Transportation Research Record*, **1047**, 83-88.
- Raymond, S. & S. Tatum, S. (1977). *An evaluation of the effectiveness of the RAC/ACU motor cycle training scheme - final report*. University of Salford, Department of Civil Engineering, Road Safety Research Unit, Salford.
- Rechnitzer, G., Richardson, S., Hoareau, E., Deveson, N., Triggs, T. & Fitzgerald, E. (2002). *Police vehicles – defining safety and performance requirements*. Unpublished MUARC Report for Victoria Police.
- Rice, T.M., Peek-Asa, C. & Kraus, J.F. (2004). Effects of the California graduated driver licensing program. *Journal of Safety Research*, **35**, 375-381.
- Rideng, A. (2001). *Transportytelser i Norge 1946-2000*. Rapport 515. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Rubin, A. I. & G. L. Howett. (1981). *Emergency vehicle warning systems*. NBS Special publication 480-37. National Bureau of Standards, Washington.
- Rumar, K. (1985). The role of perceptual and cognitive filters in observed behaviour. In: *Human behavior and traffic safety*, 151-170. (Evans, L. & R. C. Schwing, eds) Plenum Press, New York, NY.
- Russam, K. (1979). *Motorcycle training and licensing in Japan*. TRRL Laboratory Report 916. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Rutter, D. R. & L. Quine, L. (1996). Age and experience in motorcycling safety. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 15-21.
- Sagberg, F. (1994). *Motivasjon og trafikksikkerhet blant yrkessjåfører: Utprøving av skadeforebyggende tiltak ved Oslo postterminal*. TØI-rapport 263. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sagberg, F. (1996). *Evaluering av ny ordning for førerkort klasse B. Foreløpige resultater vedrørende ulykkesrisiko*. Arbeidsdokument nr TST/0766/96 Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sagberg, F. (1997). *Unge føreres risikoutvikling: Evaluering av endrede regler for føreropplæring og førerprøve i klasse B*. TØI rapport 371/1997. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F. (2002). *Mengdetrening, kjøreefaring og ulykkesrisiko*. TØI rapport 566/2002. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F., & Bjørnskau, T. (2004). *Sovning bak rattet: Medvirkende faktorer, omfang og konsekvenser*. TØI-Rapport 728/2004. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F., Amundsen, A.H., Glad, A. & Midtland, K. (2003). *Trafikksikkerhet for spesialtilpassede biler for førere med fysiske funksjonshemming*. TØI rapport 626/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt 2003.
- Satten, R. S. (1980). Analysis and Evaluation of the Motorcycle Rider Course in Thirteen Northern Illinois Counties. *Proceedings of International Motorcycle Safety Conference*, **Volume 1**, 145-163. Linthicum, Md, Motorcycle Safety Foundation, Linthicum.
- Schade, F.-D. (2005). Lebt gefährlich wer im Verkehrszentralregister steht? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, **51**, 7-13.
- Schultheis, M.T., Marheis, R.J., Nead, R. & DeLuca, J. (2002). Driving behaviors following brain injury: Self-report and motor vehicle records. *J Head Trauma Rehabil.*, **17**(1), 38-47.
- Schuster, D. H. (1978). Cognitive Accident-Avoidance Training for Beginning Drivers. *Journal of Applied Psychology*, **63**, 377-379.
- Scottish Executive Central Research Unit (Ed.). (2004). *Child Accidents en route to and from School*. Colin Buchanan and Partners. Edinburgh, United Kingdom.
- Shaoul, J. (1975). *The use of accidents and traffic offences as criteria for evaluating courses in driver education*. The University of Salford, Department of Civil Engineering, Road Safety Research Unit, Salford.
- Shope, J.T. & Molnar, L.J. (2003). Graduated driver licensing in the United States: Evaluation results from the early programs. *Journal of Safety Research*, **34**, 63-69.
- Shope, J.T. & Molnar, L.J. (2004). Michigan's graduated driver licensing program: Evaluation of the first four years. *Journal of Safety Research*, **35**, 337-344.
- Shope, J.T., Molnar, L.J., Elliott, M.R. & Waller, P.F. (2001). Graduated driver licensing in Michigan. *Journal of the American Medical Association*, **286**, 1593-1598.
- Siegrist, S. & E. Ramseier. (1992). *Erfolgskontrolle von Fortbildungskursen für Autofahrer*. Bfu-Report 18. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (BFU), Bern.
- Sikveland, R. & R. M. Hagen. (1991). *Antall 18-19 årige bilførere innblandet i politiregistrerte personskadeulykker i Vestfold 1986, 1988, 1990*. Statens vegvesen Vestfold, Biltilsynsavdelingen, Tønsberg.
- Sikveland, R. (1993). *18-19-årige bilførere innblandet i politiregistrerte personskadeulykker i Vestfold 1988, 1990-91-92*. Statens vegvesen Vestfold, Trafikant- og kjøretøyavdelingen, Tønsberg.
- Sikveland, R. (1994). *Rapport om 18-19-årige bilførere innblandet i politiregistrerte personskadeulykker i Vestfold 1988, 1992, 1993*. Statens vegvesen Vestfold, Trafikant- og kjøretøyavdelingen, Tønsberg.

- Simard, R., Gendreau, M., Bouchard, J., Lemire, A.M. & Dussault, C. (2002). The new graduated licensing system in Quebec: Impact on new drivers and on nighttime single crashes. *The Quebec graduated licensing system for novice drivers: A two-year evaluation of the 1997 reform*. Conference on alcohol, drugs, and traffic safety, Stockholm.
- Skelly, G. B. (1968). *Aspects of driving experience in the first year as a qualified driver*. Report LR 149. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Smart, R. G. & Fejer, D. (1976). Drug use and driving risk among high school students. *Accident Analysis and Prevention*, **8**, 33-38.
- Solomon, S. S. & J. G. King. (1995). Influence of color on fire vehicle accidents. *Journal of Safety Research*, **26**, 41-48.
- Sörensen, G., Anund, A., & Wretling, P. (2000). *Trafiksäkerhet vid skolskjutsning. Litteraturstudie och fältobservationer*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Sörensen, G., Anund, A., Wretling, P., Törnström, E., Falkmer, T., & Matstoms, Y. (2002). *Trafiksäkerhet vid skolskjutsning - Slutrapport*.
- Southall, J. P. (1961). *Introduction to physiological optics*. Dover Publications, New York.
- Spolander, K. (1983). *Bilförarens olycksrisker. En modell testad på män och kvinnor*. VTI-rapport 268. Statens Väg- och Trafikinstitut, Linköping.
- Spurkeland, T. (1997). *Samla vurdering av foraropplæringa. Internasjonal forskning på foraropplæring, forarprøve og læringsstøttende tiltak i klasse B*. Statens vegvesen Telemark, Skien.
- Statens vegvesen (1996). Årsmelding 1995. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen (2007). *Nøkkeltall 2006*.
- Statens vegvesen (2009). *Tilrettelegging for kollektivtransport på veg. Håndbok 232*.
- Statens vegvesen (2014). *Nøkkeltall 2013*.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet. (1993). *Normalplan for føreropplæring. Obligatorisk opplæring i glattkjøring for fører av buss, lastebil og vogntog*. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet. (1994). *Normalplan for føreropplæring. Førerkort klasse B*. November 1994. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet. (1995). *Veileder 9. Norsk veg- og vegtrafikkplan 1998-2007. Virkninger av tiltak - trafikk-sikkerhet*. Vegdirektoratet, plan- og budsjettstaben, Trafikkavdelingen, Oslo.
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet. (2005). *Læreplan førerkortklasse B og BE. Veiledning, Håndbok 252*. Desember 2004. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet. (2011a). *Nøkkeltall, Førerprøver. Tall for teoretiske og praktiske prøver fra 2000 og frem til og med første halvår 2011*.
- Statens vegvesen, Vegdirektoratet. (2011b). Gebyr fra 1. januar 2011. (informasjon på Statens vegvesens hjemmesider, avlest 27 oktober 2011).
- Statens vegvesen. (1993). *Veg- og gateutforming*. Håndbok 017. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statistisk sentralbyrå. (1996). *Levekårsundersøkelsen 1995*. NOS C 301. Oslo-Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå. (1996). *Veitrafikkulykker 1995*. NOS C 332. Oslo-Kongsvinger.
- Steen, T. & L. Gjerstad. (1993). Førerkortmedisin. Oversikt over saksgang og praksis. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*, **113**, 2277-2280.
- Steffens, U., R. Gawatz & G. Willmes. (1988). *Wirksamkeit von Mofakursen*. Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, Heft 67. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Stein, H. S. & I. S. Jones. (1988). Crash Involvement of Large Trucks by Configuration: A Case-Control Study. *American Journal of Public Health*, **78**, 491-498.
- Sten, T., Hole, G., Borch, K. & Thingelstad, H. (1977). *Bilføreropplæring i to faser. Innstilling fra arbeidsgruppen for planlegging av bilføreropplæring i to faser*. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Oslo,
- Stene, T. M., & Fjerdingen, L. (2003). *Vurdering av etterutdanningskurs for MC-førere*. SINTEF Rapport STF22 A03318. Trondheim: SINTEF.
- Stensholt, E., T. Bergsaker O-J. Skog. (1992). *Synsproblemer i trafikken. Rapport fra en optometrisk undersøkelse av unge og eldre bilførere*. Rapport 1/1992. Norsk optometrisk forskningsinstitut, Kongsberg.
- Stewart, D. E. & R. W. Sanderson. (1984). The Measurement of Risk on Canada's Roads and Highways. In: *Transport Risk Assessment*, 1-21 (Yagar, S. ed). University of Waterloo Press, Waterloo, Ontario.
- Stock, J. R., Weaver, J.K. & Ray, H.W. et al. (1983). *Evaluation of Safe Performance Secondary School Driver Education Curriculum Demonstration Project*. Report DOT-HS-806 568. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Stoke, C. B. (1980). Effectiveness of written test of drivers' knowledge of rules of the road. *Transportation Research Record*, **782**, 1-8.
- Strang, P.M., Deutsch, K.B., James, R.S. & Manders, S.M. (1982). *A comparison of on-road and off-road driver training*. Report 1/1982. Road Safety and Traffic Authority, Canberra, Australia.
- Summala, H. (1985). Modeling Driver Behavior: A Pessimistic Prediction? In: *Human Behavior and Traffic Safety*, 43-65. (Schwing, R. C. & L. Evans. Eds.) Plenum Press, New York, NY.
- SWOV (2008). *Slachtoffers / reizigerskilometers (mld)*. <http://www.swov.nl/cognos/cgi-bin/ppdscgi.exe?DC=Q&E=/Nederlands/Risico/Slachtoffers%20per%20miljard%20reizigerskilometers> (last accessed 03. March 2009).

- The Council of the European Communities (1991). *Council Directive of 29. July 1991 on driving licenses (91/439/EEC)*. Official Journal L 237, 24/08/1991, p. 0001-0024.
- Thulin, H. & G. Nilsson. (1994). *Vägtrafik. Exponering, skaderisker och skadekonsekvenser för olika färdväg och åldersgrupper*. VTI-rapport 390. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Thulin, H. (1987). *Olika åldersgruppers risker och exponering i trafiken*. VTI-meddelande 536. Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping.
- TIS. (2004). *Road safety in School school transport* (No. Directorate - General Energy and Transport H:\TISp\Projecto\577-Roadsafety\Final Report\RSSST_finalreport_v1.3.doc). Brussels.
- Toomath, J. B. & W. T. White. (1982). New Zealand survey of driver exposure to risk of accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 407-411.
- Transportation Research Board. (1989). *Improving School Bus Safety. Special Report 222*. National Research Council, Washington DC.
- Transportforskningsdelegationen (TFD). (1979). *Olyckor vid utryckningskörning*. TFD-rapport 1979:10. Transportforskningsdelegationen, Stockholm.
- Traquair, H. M. (1949). *An introduction to clinical perimetry*. D V Mosby, Saint Louis.
- TRB. (1989). *Improving school bus safety* (Special report No. 222): National Research Council.
- TRB. (2002). *The relative risk of school travel: A national perspective and guidance for local community risk assessment* (No. Special report 269): National Research council.
- Trobe, J.D., Waller, P.F., Cook-Flannagan, C.A., Teshima, S.M. & Bieliauskas, K.A. (1996). Crashes and violations among drivers with Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, **53**, 411-416.
- Tronsmoen, T. (2003). *Effekter av ferdighetskurs for motorsyklister: en eksperimentell studie av et kursopplegg ved Norsk Trafikk-senter*. Oslo: Statens Vegvesen.
- Troup, G. A., S. E. Torpey & H. T. Wood. (1984). Engine capacity restrictions for novice motorcyclists - the Victorian experience. *ARRB Proceedings*, **Volume 12, Part 7**, 1-12.
- Turbell, T. (1980). *Barriärkollision med ambulans*. VTI-meddelande 206. Statens Väg- och Trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Ulleberg, P. & Sagberg, F. (2003). *Syn og kognitiv funksjon blant bilførere over 70 år*. Betydning for kjøreferdighet. TØI rapport 668/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Ulleberg, P. (2003). *Motorcykelsikkerhet - en litteraturstudie och meta-analys*. TØI rapport 681/2003. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Ulleberg, P. (2006). *Blir man bedre billist etter oppfriskningskurs? Evaluering av kurset "Bilfører 65+" (Evaluation of the "Driver 65+" refresher course for elderly drivers)*. TØI Report 841/2006. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Ulmer, R.G., Ferguson, S.A., Williams, A.F., Preusser, D.F. (2001). Teenage crash reduction associated with delayed licensure in Connecticut. *Journal of Safety Research*, **32**, 31-41.
- Ulmer, R.G., Preusser, D.F., Ferguson, S.A., Williams, A.F. (1999). Teenage crash reduction associated with delayed licensure in Louisiana. *Journal of Safety Research*, **30**, 31-38.
- Ulmer, R.G., Preusser, D.F., Williams, A.F., Ferguson, S.A., Farmer, C.M. (2000). Effect of Florida's graduated driver licensing program on the crash rate of teenage drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **32**, 527-532.
- UNI Forsikring. (1989). *Privat bilføreropplæring*. UNI Forsikring, Oslo.
- Vaa, T. (2003). *Impairment, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis*. Deliverable R1.1 from EU-project IMMORTAL. TØI report 690. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Vägverket. (2008). *Utvärdering av 30-regel – försök med lagstadgad hastighetsbegränsning om 30 km/tim för fordon som passerar en stillastående buss* (No. TR70A 2008:54841). Borlänge.
- Valset, P. (1996). Undersøkelse viser: Bedre trafikksikkerhet blant yrkessjåfører. I: *Sikker yrkestransport, temabilag til Transportforum*, **11**, 17-19. Transportbedriftenes Landsforening, Oslo.
- Vanlaar, W., Mayhew, D., Marcoux, K., Wets, G., Brijs, T. & Shope, J. (2009). An evaluation of graduated driver licensing programs in North America using a meta-analytic approach. *Accident Analysis and Prevention* **41** (2009) 1104-1111.
- Varedian, M. (2008). *Utvärdering av varningsljus vid bussbållplats* (No. Vägverket Konsult pm). Borlänge.
- Vernon, D.D., Diller, E.M., Cook, L.J., Reading, J.C., Suruda, A.J. & Dean, J.M. (2002). Evaluating the crash and citation rates of Utah drivers licenced with medical conditions, 1992-1996. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 237-246.
- Wagstaff, A. S., & Lie, J.-A. S. (2011). Shift and night work and long working hours-a systematic review of safety implications. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 173-185.
- Wallace, J. E. & A. Crancer. (1971). Licensing examinations and their relation to subsequent driving record. *Behavior Research in Highway Safety*, 53-65.
- Waller, F. L. (1992). *An analysis of the impact of the Texas Department of Public Safety motorcycle operator training program upon motorcycle related traffic accidents*. An applied research project submitted to the Department of Political Science, Southwest Texas State University, in partial fulfillment for the requirements for the degree of Master of Public Administration, Spring
- Waller, J. A. & J. T. Goo. (1969). Highway crash and citation patterns and chronic-medical conditions. *Journal of Safety Research*, **1**, 13-27.
- Waller, J. A. (1967). Cardiovascular disease, aging, and traffic accidents. *Journal of Chronical Diseases*, **20**, 615-520.
- Waller, P. F. & R. G. Hall. (1980). Literacy - A Human Factor in Driving Performance. SAE Paper 800385, In: *Accident Causation*, 15-25. (Evans, L. ed.) Report SP-461. Warrendale, PA, Society of Automotive Engineers, Warrendale.

- Waller, P. F. (1986). The highway transportation system as a commons: implications for risk policy. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 417-424.
- Wang, J.S., Knipling, R.R. & Blincoe, L.J. (1999). The dimensions of motor vehicle crash risk. *Journal of Transportation and Statistics*. **Volume 2, Number 1**, Pp. 19-43, ISSN 1094-8848.
- Weber, D. C. (1972). An analysis of the California driver record study in the context of a classical accident model. *Accident Analysis and Prevention*, **4**, 109-116.
- Wiggins, S. (2004). *Graduated licensing program: Interim evaluation report – year 3*. Victoria, British Columbia: Insurance Corporation of British Columbia.
- Wilbur, M. (1994). Emergency vehicle operations - striving for safer operations. *Firehouse*, 20-72.
- Williams, A. F. & B. O'Neill. (1974). On-the-road driving record of licensed race drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **6**, 263-270.
- Williams, A. F. (1985). Nighttime driving and fatal crash involvement of teenagers. *Accident Analysis and Prevention*, **17**, 1-5.
- Williams, A.F. & Mayhew, D.R. (2004). *Graduated licensing: A blueprint for North America*. Insurance Institute of Highway Safety (http://www.iihs.org/laws/state_laws/grad_license.html).
- Withaar, F.K. & Brouwer, W.H. (1999). Measuring driving performance in older subjects with cognitive impairment. In *Proceedings of a workshop on the methodology for performance scoring during driving assessment*. Held at the Mobility Advice and Vehicle Information Service, Monday 28 July 1999, Crowthorne.
- Wynne-Jones, J. D. & P. M. Hurst. (1984). *The AA Driver Training Evaluation*. Traffic Research Report 33. Ministry of Transport, Road Transport Division, Wellington, New Zealand.
- Yang, J., Peek-Asa, C., Cheng, G., Heiden, E., Falb, S., & Ramirez, M. (2009). Incidence and characteristics of school bus crashes and injuries. *Accident Analysis & Prevention*, **41**, 336-341.
- Ysander, L. (1966). The safety of drivers with cronic disease. *Brit Journal of Industrial Medicine*, **23**, 28-36.
- Ysander, L. (1970). Sick and handicapped drivers. *Acta Chirurgica Scandinavia, Supplementum*, **409**.

7.1 EDUCAÇÃO NA PRÉ-ESCOLA

O capítulo foi revisado em 2011 por Juned Akhtar e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidade

Entre os anos de 2001 e 2009, 201 crianças abaixo dos 7 anos de idade foram mortas ou feridas anualmente, de acordo com a estatística oficial de acidentes (tabela 7.1.1). A maioria delas eram passageiras em veículo de passeio ou vans (125 ou 62%), 48,4 crianças (24%) eram pedestres e 12,7 (6%), ciclistas. Entre as pedestres, a maioria foi ferida/morta em acidentes com veículo de passeio envolvido (33,4 crianças ou 69% de todas as pedestres).

Na faixa etária de 4 a 6 anos, a taxa de feridas e mortas em veículos foi um pouco menor (66,6 crianças

ou 57% das crianças nesta faixa), enquanto a taxa de crianças ciclistas foi um pouco mais alta (11,9 ou 10% das crianças nessa faixa etária). Um estudo de 1995 também havia mostrado que a taxa de crianças feridas como pedestres é maior entre crianças mais velhas (Midtland, 1995). Nesse estudo, no entanto, as pedestres foram o maior grupo de usuários da via entre as crianças mais velhas feridas ou mortas em idade pré-escolar. Há várias explicações possíveis. Uma possibilidade é que crianças mais velhas em idade pré-escolar se deslocam menos no trânsito como pedestres e mais como passageiras do que antes. Outras possíveis explicações são que o risco de pedestres de menor idade diminuiu, ou que o grau de notificação de lesões neste grupo teve redução.

Com base na estatística oficial de acidentes, a tabela 7.1.2 mostra quantas crianças pedestres abaixo de 7 anos foram feridas ou mortas em diferentes tipos de acidentes. A maioria dos acidentes de pedestres

TABELA 7.1.1: ÍNDICE DE CRIANÇAS MENORES DE 7 ANOS FERIDAS OU MORTAS EM ACIDENTES DE TRÂNSITO, COM BASE EM ESTATÍSTICAS OFICIAIS DE ACIDENTES. ÍNDICE MÉDIO POR ANO (2001-2009).

	Crianças 0 - 6 anos		Crianças 0 - 3 anos		Crianças 4 - 6 anos	
	Mortas	Feridas/mortas	Mortas	Feridas/mortas	Mortas	Feridas/mortas
Veículos de passeio/vans	2,3	125,0	1,6	58,4	0,8	66,6
Pedestres	2,1	48,4	1,2	19,6	0,9	28,9
Ciclistas	0,0	12,7	0,0	0,8	0,0	11,9
Ônibus em trajeto	0,0	3,4	0,0	1,4	0,0	2,0
Caminhões/carretas	0,1	1,4	0,1	0,8	0,0	0,7
Miniônibus	0,0	0,7	0,0	0,4	0,0	0,2
Todos	4,7	201,0	3,0	85,0	1,7	116,0

TABELA 7.1.2: ÍNDICE DE CRIANÇAS PEDESTRES ABAIXO DOS 7 ANOS DE IDADE MORTAS EM DIFERENTES TIPOS DE ACIDENTES, BASEADOS NA ESTATÍSTICA OFICIAL. ÍNDICE MÉDIO POR ANO (2001-2009).

	Mortas	Mortas/feridas
Pedestres atravessando a via	7,0	36,8%
– <i>destas, na faixa de pedestre</i>	1,0	30,2%
Pedestres andando ao longo da via/paradas na via	9,0	47,4%
Crianças brincando na via	2,0	10,5%
Pedestres atropeladas na calçada	1,0	5,3%
Outras	-	0,0%

acontece quando a criança atravessa a via. Um estudo anterior mostrou que a maioria dos acidentes acontece perto de casa, em áreas onde a maioria das crianças brincam e passam tempo diariamente (Bérard-Andersen, 1985).

O número real de lesões entre crianças no trânsito é significativamente maior do que o mostrado nas tabelas 7.1.1 e 7.1.2. Com base num estudo de 1991 (Borger, 1991), em que o número de pessoas feridas registradas no Instituto Nacional de Saúde Pública foi comparado com o número de pessoas feridas registradas pela Escritório Central de Estatística em 1990. O panorama pode ser visto na tabela 7.1.3.

Quando se analisam todos os grupos de usuários de uma vez, o grau de notificação para crianças entre 0 e 6 anos foi de 15%. Para usuários de outra faixa etária, o grau de notificação foi de 37%. A tabela 7.1.3 mostra que há um grau de notificação particularmente baixo para acidentes de bicicleta com crianças. Isso se deve principalmente ao grande número de acidentes individuais de bicicleta, ou seja, acidentes onde não há outros usuários envolvidos. Acidentes com um ou mais veículos automotores envolvidos têm maior taxa de notificação. Também para esses acidentes há, no entanto, uma tendência de que lesões infantis sejam menos relatadas do que lesões em adultos.

Crianças não têm as mesmas condições de aprender sobre segurança viária que os adultos (Bérard-Andersen, 1985). Crianças abaixo da idade escolar não entendem sinais e regras de trânsito nem as sinalizações da via. Elas não têm a mesma capacidade que os adultos e crianças mais velhas para julgar a velocidade e a distância. Nelas, a visão e a audição não estão totalmente desenvolvidas. Elas tampouco conseguem reajustar o foco de longe para perto (e vice-versa) tão rapidamente quanto os adultos e têm mais dificuldade em julgar de onde um som está vindo. As crianças são pequenas de estatura e, portanto, não têm uma vi-

sibilidade igualmente boa do tráfego quanto os adultos. A capacidade de realizar várias tarefas ao mesmo tempo não está totalmente desenvolvida nas crianças mais novas. As crianças também não têm condições de generalizar as lições de uma situação para outra como os adultos. Isso significa, por exemplo, que elas não conseguem simplesmente transferir regras para uma travessia adequada de rua do lugar onde aprenderam para outro lugar. Crianças são pessoas lúdicas e muitas vezes lidam com as coisas impulsivamente. As crianças que têm seis anos de idade ou menos não têm capacidade de perceber a partir da perspectiva dos outros e, portanto, não conseguem imaginar como uma situação de trânsito, por exemplo, configura-se do ponto de vista do condutor. Uma série de estudos mostra que existe uma diferença significativa entre crianças de seis e sete anos de idade, quando se trata da capacidade de se deslocarem com segurança sozinhas e das condições de aprenderem sobre segurança no trânsito (Midtland, 1995).

Para que se obtenha um resultado como pretendido, as medidas educacionais da pré-escola devem ser adaptadas às condições de aprendizagem das crianças. Isso significa que palavras e conceitos teóricos e abstratos devem ser evitados; exercícios práticos devem acontecer onde as crianças passam tempo diariamente e onde o que aprenderam tem uso; o comportamento a ser aprendido não deve ser muito complicado e, de preferência, sem que elas tenham que realizar várias tarefas simultaneamente. Medidas educacionais para a pré-escola devem:

- afetar o comportamento das crianças, para que seus riscos de acidente como usuárias ativas seja reduzido;
- dar conhecimento aos pais sobre as condições que crianças de diferentes idades têm de transitar com segurança, e
- motivar os pais para melhorar a segurança das crianças, principalmente por meio educativo e do uso de equipamentos de segurança adequados.

TABELA 7.1.3: NÚMERO OFICIALMENTE REGISTRADO E REAL ESTIMADO DE PESSOAS FERIDAS EM ACIDENTES DE TRÂNSITO EM 1990.

Grupo de usuário	Crianças 0-6 anos			7 anos ou mais		
	Oficial	Estimado	Grau de notificação	Oficial	Estimado	Grau de notificação
Automóvel	125	278	45 %	7887	14547	54 %
Ciclomotor e motocicleta	0	0		1345	3650	37 %
Bicicleta	35	1213	3 %	887	9287	10 %
Pedestres	118	426	28 %	1082	3075	35 %
Total	278	1917	15 %	11201	30559	37 %

Descrição da medida

As crianças aprendem sobre comportamento de trânsito de várias maneiras: (1) copiando o comportamento dos outros, (2) tendo suas próprias experiências no trânsito e (3) por meio de medidas educacionais organizadas. Aqui a educação de crianças em idade pré-escolar se refere ao terceiro tipo de formação.

Ao imitar o comportamento dos outros, as crianças podem aprender ações perigosas, como atravessar a via sem olhar bem, ir de encontro a um sinal vermelho, etc. As brincadeiras e impulsividade infantis também as levam a fazer coisas aparentemente sem sentido que são perigosas no trânsito. Uma educação infantil organizada tem como objetivo neutralizar os efeitos nocivos da aprendizagem informal e aguçar o comportamento seguro em situações que as crianças muitas vezes encontram no trânsito.

Na Noruega, as crianças da pré-escola recebem uma educação organizada. O alcance da educação nos jardins de infância não é conhecido. A organização norueguesa Trânsito Seguro recentemente tem oferecido cursos para cerca de 1.100 funcionários de jardins de infância por ano. A página da internet da Trânsito Seguro para jardins de infância recebeu mais de 40.000 visitantes em 2011.

O Clube de Trânsito Infantil organizado pela Trânsito Seguro é um programa educativo para crianças de 3 a 6 anos. Em 2009, o clube mudou de um clube pago para se tornar um oferecimento online, grátis para todos. O site concentra-se em ambos, pais e crianças. Para os pais, o website contém orientações sobre como os adultos devem se comportar com as crianças no trânsito. Para as crianças, oferece jogos e quebra-cabeças interativos. Ao jogar e responder os exercícios, as crianças aprendem sobre o trânsito. Além destes oferecimentos gratuitos, é possível comprar serviços adicionais, tais como livros, bichinhos de pelúcia e jogos. O www.barnastrafikklubb.no teve, em 2011, cerca de 25.000 usuários individuais e, além disso, a Trânsito Seguro fez um aplicativo para o iPhone que foi baixado em 13.700 celulares.

Impacto sobre os acidentes

Há poucos estudos sobre como a educação de trânsito para crianças pré-escolares afeta o risco de acidente.

O impacto sobre acidentes do **Clube de Trânsito Infantil** foi pesquisado na Noruega por Schioldborg (1974) e na Suécia por Gregersen e Nolén (1994). O Clube de Trânsito Infantil na Suécia é construído da mesma forma como na Noruega e gerido pela organização irmã da Trânsito Seguro na Suécia (Nationalföreningen för Trafiksäkerhet Främjande – NTF).

Uma pesquisa norueguesa (Schioldborg, 1974) mostrou que as crianças que eram membros do Clube do Trânsito Infantil tinham um risco à saúde no trânsito em média 30% mais baixo (acidentes por 10.000 crianças por ano) do que as crianças que não eram membros (limite inferior de 50% menor risco, limite superior de 3% menor risco). O levantamento é contestado (Knudsen, 1975A, 1975B, Schioldborg, 1975A, 1975B). A associação ao Clube de Trânsito Infantil é voluntária e não se pode negligenciar o fato de que as diferenças de risco se devem ao fato de que os pais das crianças membros serem mais motivados para ensiná-las um comportamento seguro no trânsito do que os pais de não membros. Este viés, devido à autosseleção, é provado em muitos estudos sobre medidas educativas de voluntários (OECD, 1983).

A pesquisa sueca sobre o Clube de Trânsito Infantil (Gregersen e Nolen, 1994), mostrou que as crianças que eram membros tiveram em média 67% *maior* risco de serem feridas no trânsito por 100 horas gastas em ambiente de tráfego do que as crianças que não eram membros do clube (intervalo de confiança de 95% [39; 100]). Os autores (Gregersen e Nolen, 1994) discutem várias explicações possíveis, no entanto, sem nenhum suporte empírico. Eles concluem que o Clube de Trânsito Infantil na Suécia não reduz o risco das crianças.

É impossível dizer, com certeza, por que os resultados destes dois estudos diferem tanto. A conclusão é que uma medida como o Clube de Trânsito Infantil pode levar à menor taxa de acidentes entre crianças, se os pais não superestimarem o que as crianças aprendem, mas sim não tomarem seu efeito como garantido. Em outro artigo que discute os efeitos da adesão ao Clube de Trânsito Infantil (Elvik, 2003), concluiu-se igualmente que a mudança no risco de acidentes não pode ser relacionada com a filiação ao Clube. Enfatizou-se que o aumento do conhecimento entre as crianças não deu inequivocamente menor risco de acidente. Na pesquisa não houve controle sobre a quantidade de exposição no tráfego.

Nas cidades de Los Angeles (Califórnia), Columbus (Ohio) e Milwaukee (Wisconsin), nos EUA, passaram um **filme educativo** sobre travessia adequada de vias na TV infantil e ao mesmo tempo distribuíram materiais informativos em pré-escolas e escolas (Blomberg, Preusser, Hale e Leaf, 1983). Uma pesquisa antes-depois mostrou que a medida reduziu o chamado “acidente de excitação” entre crianças de 5 a 9 anos em cerca de 10% (intervalo de confiança de 95% [-15; -7]). Acidentes de excitação são aqueles em que as crianças de repente correm para a rua na frente de um carro. A medida foi destinada especialmente a este tipo de acidente.

Bruce e McGrath (2005) realizaram um estudo de literatura de pesquisas baseadas em grupos, sobre educação de trânsito para crianças de 3 a 6 anos. Foram encontrados nove estudos de como esta formação afeta o conhecimento, o comportamento e/ou as atitudes. Cinco dos estudos mostraram que a educação teve um impacto positivo na segurança; três encontraram resultados mistos e um estudo não encontrou nenhum efeito. Nenhum dos estudos pesquisou sobre os impactos no índice de acidentes.

Impacto na mobilidade

A educação na pré-escola não tem nenhum efeito documentado sobre a mobilidade no trânsito.

Impacto no meio ambiente

A educação pode reduzir a experiência de insegurança e ansiedade. Se não houver um fundamento para isso, tal como uma efetiva melhora na segurança, isso deve ser entendido como um impacto negativo. Não é desejável gerar falsa sensação de segurança de trânsito nas crianças.

Não há impactos documentados sobre o meio ambiente físico da medida educacional para crianças em idade pré-escolar. Medidas que tornam os pais mais conscientes sobre as limitações infantis no trânsito podem tornar mais fácil o entendimento das medidas de redução de velocidade, entre outras.

Custos

A Trânsito Seguro teve um orçamento em 2010 de cerca de NOK 55 milhões. A maior parte da renda é subvenção do Ministério dos Transportes (NOK

27 milhões). Outras fontes de renda são os fundos locais dos municípios e outras cooperativas (cerca de NOK 16 milhões), contribuições de companhias de seguros e da Confederação Empresarial (cerca de NOK 8 milhões) e cooperação com alguns outros agentes em diferentes setores de medidas de segurança viária. O restante do orçamento é coberto pela própria receita dos cursos, pagamentos de anuidade, seminários e venda de materiais de treinamento.

Os cursos para funcionários de pré-escolas são gratuitos por meio do apoio financeiro do município para segurança viária. Em 2009 a Trânsito Seguro utilizou aproximadamente NOK 1,2 milhão por ano em trabalhos destinados a crianças de 0 a 6 anos.

Avaliações de custo-benefício

Não foi realizada nenhuma análise de custo-benefício das medidas educacionais na pré-escola na Noruega. A análise de custo-benefício da campanha para reduzir acidentes de excitação em Los Angeles, Columbus e Milwaukee concluiu que a medida era muito rentável (OECD, 1986). O impacto do Clube de Trânsito Infantil sobre acidentes entre as crianças é muito incerto para que se faça uma análise de custo-benefício. O custo da medida Trânsito Seguro (NOK 1,2 milhão) é menor do que os custos de um acidente com vítimas no trânsito.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A educação sobre trânsito na pré-escola acontece segundo a iniciativa da direção, dos funcionários ou das comissões de pais. A Trânsito Seguro toma a iniciativa de oferecer cursos para funcionários da pré-escola e estudantes universitários e para o desenvolvimento de materiais. A Trânsito Seguro também prepara material para as crianças, envia informações para todas as escolas de educação infantil no país várias vezes por ano e oferece associação grátis ao Clube de Trânsito Infantil (www.barnastrafikklubb.no).

Requisitos e procedimentos formais

Não há exigência da educação para o trânsito no currículo atual da pré-escola, mas em alguns municípios ela é uma exigência.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade para a facilitação da educação de trânsito na pré-escola e de sistemas que protejam a segurança das crianças é dos diretores e proprietários de pré-escolas. A Trânsito Seguro é responsável pelo website www.barnastrafikkclubb.no, por cursos para funcionários de escolas de educação infantil e pelos estudantes de especialização em pré-escola nas faculdades de pedagogia.

7.2 EDUCAÇÃO NA ESCOLA

O capítulo foi revisado em 2011 por Juned Akhtar e Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Entre 2001 e 2009, 1.942 crianças entre 7 e 18 anos foram mortas ou feridas em acidentes viários anualmente, de acordo com a estatística de acidentes (tabela 7.2.1). Destas, 30,6 (1,6%) crianças morreram. A taxa de mortes é mais baixa para a faixa etária mais baixa (1,0%) e mais alta para a faixa etária mais alta (1,8%).

A tabela 7.2.1 mostra que a maioria das crianças que foram mortas ou feridas eram passageiras em veículos de passeio ou vans (50%), 18% conduziam ciclomotores, 11% eram ciclistas e 10%, pedestres. A taxa do grupo de usuários é diferente nas duas faixas etárias. Em ambos os grupos, a maioria foi ferida ou morta em veículo de passeio. No grupo mais jovem há também muitas crianças ciclistas (29%) e pedestres (21%). No grupo mais velho, a taxa de ciclistas e pedestres é mais baixa (4% e 5%, res-

pectivamente). Há uma taxa relativamente alta de condutoras de ciclomotor (25%) e de condutoras de motocicleta leve (8%).

Acredita-se que o número real de vítimas entre as crianças no trânsito seja consideravelmente mais alto. Com base em um estudo de 1991 (Borger, 1991) em que o número de pessoas feridas registradas no Instituto Nacional de Saúde Pública foi comparado ao número de pessoas feridas registradas pelo Escritório Central de Estatística em 1990, o panorama está compilado na tabela 7.2.2.

Quando se analisaram todos os grupos ao mesmo tempo, o grau de notificação para crianças de 7 a 14 anos feridas no trânsito foi de 17%. Para usuários acima de 15 anos, o grau de notificação foi de 40%. Especificamente para acidentes com bicicletas, ciclomotores e motos, há uma tendência de as lesões em crianças serem relatadas com menos frequência que as lesões em adultos. O grau de notificação é especialmente baixo para acidentes individuais em bicicletas.

Uma pesquisa sobre a bicicleta realizada na Noruega em 2004 (Bjørnskau, 2005) mostrou, em contraste com os resultados da tabela 7.2.2, que o grau de notificação dos danos em bicicletas é maior entre crianças e adolescentes (0 a 14 anos e 15 a 24 anos) do que entre os ciclistas mais velhos. Os resultados também mostram que a taxa de acidentes individuais e em florestas ou bosques é maior entre crianças do que entre os ciclistas com mais idade.

A escola tem, como parte da educação geral, a responsabilidade pela segurança das crianças na escola e a caminho da escola. A educação organizada de trânsito nas escolas ajuda a diminuir o risco de aci-

TABELA 7.2.1: NÚMERO DE CRIANÇAS MENORES DE 7 ANOS FERIDAS OU MORTAS EM ACIDENTES DE TRÂNSITO, COM BASE EM ESTATÍSTICAS OFICIAIS DE ACIDENTES. ÍNDICE MÉDIO ANUAL (2001-2009).

	Todas as crianças acima de 7 anos		crianças 7 - 14 anos		crianças 15 - 18 anos	
Veículos de passeio, vans	968,0	50 %	228,4	40 %	739,6	54 %
Ciclomotores	354,6	28 %	8,6	2 %	346,0	25 %
Bicicletas	216,0	11 %	161,9	29 %	54,1	4 %
Pedestres	195,6	10 %	120,4	21 %	75,1	5 %
Motocicletas leves	108,8	6 %	3,0	1 %	105,8	8 %
Ônibus, Miniônibus	28,3	1 %	14,2	3 %	14,1	1 %
Motocicletas pesadas	15,3	1 %	3,9	1 %	11,4	1 %
Outros veículos	48,1	2 %	18,0	3 %	30,1	2 %
Trenó	4,0	0 %	3,8	1 %	0,2	0 %
Ski cross-country, patins, skates	3,6	0 %	2,4	0 %	1,1	0 %
Todos	1942,2		564,7		1377,6	

TABELA 7.2.2: NÚMERO OFICIAL REGISTRADO E NÚMERO REAL ESTIMADO DE PESSOAS FERIDAS NO TRÂNSITO EM 1990.

Grupo de usuários da via	Crianças (7-14 anos)			Adultos (15 anos ou mais)		
	Oficial	Estimado	Grau de notificação	Oficial	Estimado	Grau de notificação
Automóveis	237	324	73 %	7.650	14.223	54 %
Ciclomotores ou motocicletas	30	102	29 %	1.315	3.548	37 %
Bicicletas	277	3.426	8 %	610	5.861	10 %
Pedestres	178	518	34 %	904	2.557	35 %
Total	722	4.370	17 %	10.479	26.189	40 %

dentes por meio do exercício do conhecimento e das habilidades para que elas possam andar com a maior segurança possível no ambiente de tráfego atual.

Descrição da medida

Educação de trânsito no ensino primário na Noruega: A educação de trânsito tornou-se obrigatória no ensino primário na Noruega com o currículo chamado “Promoção do Conhecimento”. A Promoção do Conhecimento foi introduzido a partir do ano letivo de 2006/07 e, entre outros, fornece compreensão e formação básicas das competências no trânsito. A educação não é, no entanto, um assunto separado, mas integrado em duas disciplinas obrigatórias, como Educação Física do 1º ao 6º anos e Ciências do 7º ao 10º anos. As metas de competência são descritas na sequência com base no Trafikketaten (2007).

As metas de competências no ensino primário norueguês são aquelas que tornam os alunos capazes de seguir regras de trânsito para pedestres e ciclistas (1º a 4º anos) e permitir que os alunos pratiquem o uso seguro de bicicletas como meio de transporte (5º a 7º anos). As metas de competência de cada ano do ensino primário norueguês são as seguintes:

- 1º ano: Treinamento de trânsito nas redondezas da escola;
- 2º ano: Regras de trânsito, caminho da escola, trilhas e teste de caminhada;
- 3º ano: Estudo sobre o seu próprio caminho para a escola, contagens e registros;
- 4º ano: Regras de trânsito, educação preparatória para bicicleta, teoria básica e prática em um ambiente seguro;
- 5º ano: Treino de bicicleta no trânsito, junto com adultos (a escola deve organizar passeios de bicicleta com carteira para bicicleta caso os alunos forem utilizá-las para ir à escola quando o clima permitir);

- 6º ano: Teoria e prática do ciclismo dentro das regras de trânsito;
- 7º ano: Ciclismo autossuficiente no trânsito.

Depois dos 10 anos de idade, as metas de competência para as crianças escolares são:

- descrever como os equipamentos de segurança de trânsito previnem e reduzem danos em ocorrências e acidentes;
- explicar conceitos de velocidade e aceleração, medição de grandezas por meios simples e dar exemplos de como a força está relacionada à aceleração;
- realizar experimentos com luz, visão e cores, descrever e explicar os resultados;
- explicar como o uso de drogas pode gerar danos à saúde e discutir como o indivíduo e a sociedade podem evitar esses danos.

A seguir, a progressão na educação proposta pela Trânsito Seguro:

- 8º ano: Capacete e reflexivos;
- 9º ano: Drogas no trânsito, luz, visão e cores;
- 10º ano: Cinto de segurança, capacete, velocidade e aceleração.

A partir do ano escolar 2013-2014, o curso básico de trânsito, que é um curso obrigatório na educação do condutor sobre a compreensão de riscos, deverá ser oferecido como disciplinas eletivas do 7º ao 10º anos.

A Trânsito Seguro é um centro de educação de trânsito para crianças e jovens. O centro de competência prepara documentos e material de ensino on-line (www.trafikkogskole.no), trabalha para fortalecer a proficiência de trânsito entre os funcionários (Samferdselsdepartementet, 2010), realiza cursos para professores, ensina professores das instituições de ensino e tem um esquema de embaixador com professores em algumas escolas. O diretório de ensino

e a Trânsito Seguro, em colaboração mútua, prepararam orientações para as metas de competência sobre educação no trânsito.

O diretório de ensino realizou, em colaboração com a Trânsito Seguro, o mapeamento do conteúdo de educação de trânsito e seus níveis no ensino primário norueguês no outono de 2009. Os resultados mostram que há mais educação de trânsito nos anos iniciais do que nos anos finais do ensino primário norueguês. Quanto ao conteúdo de educação de trânsito, a formação prática, as regras de trânsito e a sinalização para pedestres e atividades de reflexão são comuns para os primeiros anos de estudo, enquanto o ciclismo é particularmente importante nos anos intermediários. A intensidade da educação parece diminuir ao longo do tempo. Escolas que têm um instrutor de trânsito responsável e têm seu próprio planejamento de tráfego estabelecido dão sequência à educação de trânsito como parte do currículo Promoção do Conhecimento mais do que as outras escolas. Essas escolas envolvem mais os pais no ensino de trânsito e usam em maior grau os materiais e recursos de aprendizagem (NIFU- STEP rapport 45/2009).

Acontecem na escola formação geral de segurança no trânsito, treino e teste de caminhada, campanhas de reflexão, educação e testes ciclísticos, incluindo atividades com a polícia.

Educação de trânsito nas escolas de ensino secundário norueguês: No ensino secundário norueguês, os alunos escolhem as matérias conforme sua preferência. É só no programa de ensino profissional de Serviço e Transporte que a meta de competência está relacionada com a segurança de trânsito (os alunos devem conseguir explicar diferentes medidas de segurança viária). Os programas de educação em Técnica e Produção Industrial e em Serviço e Transporte dão aos alunos a possibilidade de escolher a área de Transporte e Logística. Isso inclui a disciplina de condução profissional, que fornece carteira de habilitação de condutor nas classes C-CE e D-DE (caminhão, caminhão com reboque, ônibus e ônibus com reboque).

A segurança viária é um tema apropriado para a juventude, e o grupo está fortemente sobrerrepresentado nas estatísticas de acidentes. Portanto, a Trânsito Seguro recomenda que o trânsito seja tema constante nas disciplinas, mesmo que não esteja incluído diretamente nas metas de competência das mesmas. Pode ser incluído, por exemplo, por meio de discussões nos programas de educação profis-

sional sobre dilemas éticos, cobertura de acidentes pela mídia, uso de estatísticas, ensaios, contagens e registros e no trabalho com saúde, segurança e questões ambientais.

O Ministério dos Transportes, em colaboração com o Ministério do Governo Local e Desenvolvimento Regional, levou a cabo um projeto-piloto de formação de condutores em conjunto com as escolas de ensino secundário norueguês para jovens que vivem em áreas rurais (Samferdselsdepartementet, 2009). Seis escolas de ensino secundário norueguês participaram de um projeto-piloto voluntário, sendo que cada uma das escolas recebeu NOK 115.000 para a implementação do projeto, o que foi feito sob a organização da própria escola ou em colaboração com uma autoescola. A avaliação concluiu parecer natural que a formação de condutor e o ensino secundário norueguês andem juntos e todos os envolvidos no projeto disseram que deve se dar sequência ao projeto (Samferdselsdepartementet, 2009). O impacto no número de acidentes não foi examinado.

Muitos locais realizam campanhas de segurança de tráfego conduzidas por formandos do ensino secundário norueguês. No entanto, não foi encontrada nenhuma avaliação do seu impacto no número de acidentes.

Impacto sobre os acidentes

Espera-se que diferentes formas de educação de trânsito possam ter efeitos distintos, dependendo de o quão bem elas estejam adaptadas para o público-alvo (Rothengatter, 1981; Bérard-Andersen, 1985). A formação deverá fornecer conhecimento sobre os comportamentos que reduzem o risco de acidente. Uma verificação satisfatória da formação dos condutores como medida de segurança viária exige, portanto, que o conhecimento, o comportamento e os acidentes sejam avaliados antes e depois do curso de formação. Isso raramente é feito na prática (OCDE, 1983).

Foram realizadas várias pesquisas sobre o impacto da medida educacional para crianças no número de acidentes envolvendo crianças como usuárias ativas das vias. Grosseiramente, pode-se distinguir entre educação adequada para a travessia de vias e medida educacional para bicicletas.

As seguintes pesquisas foram encontradas que estudaram o impacto destas medidas nos acidentes:

Sargent e Sheppard, 1974 (Reino Unido, travessia de vias);
 Downing e Spendlove, 1981 (Reino Unido, travessia de vias);
 Fortenberry e Brown, 1982 (EUA, travessia de vias);
 Blomberg, Preusser, Hale e Leaf, 1983 (EUA, travessia de vias);
 Preusser e Lund, 1988 (EUA, travessia de vias);
 Preston, 1980 (Reino Unido, educação para bicicleta).

A tabela 7.2.3 mostra o impacto de diferentes medidas sobre os acidentes com base nessas pesquisas.

Educar as crianças para que atravessem corretamente as vias parece levar a menos acidentes de travessia, especialmente para crianças entre 9 e 12 anos. Os resultados reproduzidos acima provêm principalmente de um programa educacional para crianças mostrado na televisão nos Estados Unidos. A educação para uma travessia correta de vias ensina regras básicas que as crianças podem seguir em lugares que frequentam.

A **educação para o uso da bicicleta** não parece levar a uma alteração estatística confiável no índice de acidentes. A educação para bicicleta gira em torno de transmitir habilidades mais gerais, que são, na medida do possível, retiradas do dia a dia da criança ao ar livre. Esta pode ser uma razão pela qual a educação adequada para a travessia de vias parece funcionar melhor do que a educação para a bicicleta. Não pode ser excluída a possibilidade de que a educação para o uso da bicicleta leve a uma adaptação comportamental não intencionada (compensação do risco).

Entre 2007 e 2010 foi realizada na Noruega uma campanha organizada pela Trânsito Seguro com o nome **Ação de trânsito das meninas**. O objetivo da campanha foi conscientizar as jovens meninas sobre diferentes fatores de risco no trânsito e mostrar-lhes que é possível dizer, como passageiro, quando o

condutor parece conduzir de maneira arriscada. Em um estudo de avaliação (Backer-Grondahl, 2010), não foi encontrada nenhuma indicação de que a campanha tenha tido algum efeito sobre atitudes ou comportamentos. No entanto, há uma tendência de que as meninas tenham se tornado mais orientadas sobre segurança ao longo do tempo, independentemente da sua participação no programa.

Impacto na mobilidade

Não há nenhum impacto documentado da educação de trânsito nas escolas sobre a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não há nenhum impacto documentado da educação de trânsito nas escolas sobre o meio ambiente.

Custos

Os custos de educação de trânsito nas escolas não são conhecidos com precisão, já que sua abrangência tampouco é conhecida. O material didático usado é produzido, em sua maioria, pela Trânsito Seguro.

O município arca com os custos das escolas de ensino primário norueguês, e o estado arca com os custos das escolas de ensino secundário norueguês. As verbas fazem parte do quadro de subsídios liberados pelo Estado e das verbas de que os municípios e Estados já dispõem.

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma avaliação de custo-benefício da educação de trânsito na escola. Como o alcance e o

TABELA 7.2.3: IMPACTO DA EDUCAÇÃO DAS CRIANÇAS NOS ACIDENTES.

Grau de gravidade dos acidentes	Porcentual de alteração no número de acidentes		
	Tipos de acidentes sobre os quais atuam	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Educação de crianças entre 5 e 9 sobre a travessia correta de vias			
Acidentes com vítimas	Travessia de vias	-11	(-15; -7)
Educação de crianças entre 9 e 12 sobre a travessia correta de vias			
Acidentes com vítimas	Travessia de vias	-20	(-32; -7)
Educação sobre o uso da bicicleta para crianças entre 6 e 16 anos			
Acidentes com vítimas	Acidentes de bicicleta	-6	(-17; +7)

conteúdo são pouco conhecidos, é difícil dizer algo específico sobre o valor do custo-benefício do ensino atual.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa da educação de trânsito nas escolas deverá ser tomada pelos professores de Educação Física nas escolas de ensino primário norueguês e pelos professores de ciências nas escolas de ensino secundário norueguês. A Trânsito Seguro toma a iniciativa de cursos ministrados a professores e estudantes de cursos de educação e desenvolve e revisa o material usado nas escolas.

Requisitos e procedimentos formais

A educação para o trânsito nas escolas de ensino primário norueguês está vinculada ao currículo Promoção do Conhecimento. É estabelecida como meta de competência do currículo do 4º, 7º e 10º anos do ensino primário norueguês. Não há carga horária mínima. Desde 2013, o curso básico de trânsito é oferecido com 57 horas-aula como disciplina eletiva nos últimos anos do ensino primário norueguês. No ensino secundário norueguês, apenas a disciplina de Serviço e Transporte tem uma meta de competência relacionada ao trânsito. Não existem requisitos formais de conhecimento para a educação de trânsito no currículo de formação de professores. A partir de 2010, o ensino foi difundido em dois: um para o 1º-7º anos e outro para do 5º ao 10º anos. A Trânsito Seguro oferece cursos para a maioria dos estudantes da Noruega.

Responsabilidade pela execução da medida

Cada escola prepara seus currículos e, com eles, cumpre as metas do currículo chamado “Promoção do Conhecimento”. Diretores e professores têm a responsabilidade de fazer com que se alcancem as metas de competência. Diretores e donos de escolas têm a responsabilidade de assegurar que as atividades sejam programadas e realizadas de modo a impedir acidentes e lesões. O Diretório de Educação, em colaboração com a Trânsito Seguro, desenvolveu orientações para as metas de competência de trânsito. A Trânsito Seguro produz materiais didáticos impressos e digitais para as escolas, que são

gratuitos e estão disponíveis para qualquer pessoa na www.trafikkogskole.no. Além disso, a Trânsito Seguro organiza cursos de segurança viária para os professores nas escolas.

7.3 INFORMAÇÕES PARA USUÁRIOS DE TRÂNSITO E CAMPANHAS

O capítulo foi revisado em 2010 por Ross Owen Philipps (TØI)

Problema e finalidades

Várias formas de comportamento no trânsito levam a um aumento de risco de acidentes e lesões. Estas incluem violações do limite de velocidade (Munden, 1967; Wasielewski, 1984; Elvik et al., 2004), uso de álcool (Glad, 1985; Assum e Glad, 1990), passar o sinal vermelho (Sakshaug e Sten, 1979; Farms, 1982; Garber et al., 2007; Erke, 2009) e a não-utilização do cinto de segurança (Nordisk Trafikksikkerhetsråd 1984; Evans, 1987). Calcula-se que, se os condutores dirigissem em conformidade com a legislação de trânsito, o número de pessoas feridas no trânsito seria reduzido em 27% ($\pm 18\%$) e o número de mortes poderia diminuir 48% ($\pm 30\%$; Elvik, 1997).

Uma forma de reduzir o risco de acidente é, por conseguinte, conseguir fazer com que os condutores dirijam de forma legal e segura. Educação, maior extensão do controle policial/multas (ver capítulo 8) e campanhas são algumas medidas que podem ser utilizadas para esta finalidade.

A maioria das campanhas de segurança viária supõe que certo percentual de usuários da via não se comporte de forma legal ou segura por falta de conhecimento das regras de trânsito ou dos riscos e/ou porque tem atitudes negativas. As campanhas assumem que uma maior exposição às informações pode aumentar o conhecimento e que o discernimento pode levar a uma mudança positiva de atitude e, portanto, melhorar o comportamento dos condutores e, assim, reduzir o risco de acidentes.

Uma pesquisa norueguesa mostrou que existe uma relação entre atitude e acidentes autorrelatados (Assum, Midtland e Opdal, 1993). Os condutores que consideravam as violações das leis de trânsito como aceitáveis tiveram maior risco de acidente do que os condutores que não as consideravam aceitáveis. A relação é, no entanto, fraca. Isso provavelmente se

deve ao fato de que muitos outros fatores, que não somente o conhecimento, entram em jogo quando se trata de comportamento de condução, tais como personalidade, educação, experiência, idade, sexo, tipo de via, fadiga, mobilidade desejada, outros usuários, etc. Pergunta-se, pois, em que medida o comportamento pode ser alterado por meio de campanhas de sensibilização e informações viárias.

Descrição da medida

Informações ao usuário da via incluem informações atuais pela mídia e campanhas especiais organizadas e que possam ser direcionadas a grupos específicos de usuários. Os canais para essas campanhas podem ser, entre outros, jornais, revistas, periódicos, internet, TV, rádio, DVD, cinema, cartas e brochuras enviadas ao público-alvo, utilização de pessoas famosas, anúncios via cartazes e fotos de publicidade, placas em geral ou de “Pare” ao longo das vias.

As campanhas de informação na Noruega são utilizadas principalmente pelas autoridades e organizações que têm o apoio do governo, como, por exemplo, para a Trânsito Seguro. As companhias de seguros, organizações automobilísticas e outras organizações também realizam campanhas informativas. Exemplos dessas campanhas nacionais em curso na Noruega em 2010 são as da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, “Pare e durma”; “Use capacete”; “Seja visto”; “Lembre-se do cinto de segurança” e “De qual lado do limite de velocidade você se encontra?”, e as da Trânsito Seguro, “Crianças no carro” e “Campanhas do uso de material refletivo”.

Impacto sobre os acidentes

Na prática, é difícil determinar os impactos das informações para o usuário e das campanhas sob condições adequadamente controladas. Uma sociedade sem informações não existe. A única coisa que pode ser medida são os impactos de quantidades diferentes de informação, informações com conteúdos diferentes ou diferentes formas de transmissão de informações.

Há uma série de estudos em que são analisados os impactos das campanhas de informação sobre o número de acidentes. Os resultados, aqui apresentados, são baseados em uma análise recente para o projeto da União Europeia chamado *Campaigns and Awareness Raising Strategies in Traffic Safety*

(“Campanhas e Estratégias de Conscientização em Segurança no Trânsito”) (CAST; www.cast-eu.org) e nas seguintes pesquisas:

Worden, Waller e Riley, 1975 (EUA);
 Statens trafikksikkerhetsverk, 1977 (Suécia);
 Maisey e Saunders, 1981 (Austrália);
 Simmonds, 1981 (Reino Unido);
 Haynes, Pine e Fitch, 1982 (EUA);
 Blomberg, Preusser, Hale e Leaf, 1983 (EUA);
 Sali, 1983 (EUA);
 Wolfe, 1983 (EUA);
 Fischer e Lewis, 1984 (Austrália);
 Fosser, 1984 (Noruega);
 Gibb, 1984 (EUA);
 Harte e Hurst, 1984 (Nova Zelândia);
 Lane, Milne e Wood, 1984 (Austrália);
 Reznik, Best e Morey, 1984 (Austrália);
 Armour, Monk, South e Chomiak, 1985 (Austrália);
 Mercer, 1985 (EUA);
 Dowling, 1986 (EUA);
 Glad, 1986 (Noruega);
 Blomberg, Preusser e Ulmer, 1987 (EUA);
 King, 1987 (Austrália);
 LaForest, 1987 (Canadá);
 Moe, Sakshaug e Stene, 1987 (Noruega);
 Ross, 1987 (Reino Unido);
 Homel, Carseldine e Kearns, 1988 (Austrália);
 Stene, 1988 (Noruega);
 King, 1989 (Austrália);
 Spoerer, 1989 (Alemanha);
 Moe e Stene, 1990 (Noruega);
 Schlabbach, 1990 (Suécia);
 Smith, Maisey e McLaughlin, 1990 (Austrália);
 Studsholt, 1990 (Dinamarca);
 Nagatsuka, 1991 (Japão);
 Behrendorff e Johansen, 1992 (Dinamarca);
 Bill, 1992 (EUA);
 Cameron, Cavallo e Gilbert, 1992 (Austrália);
 Drummond, Sullivan e Cavallo, 1992 (Austrália);
 Fosser, Christensen e Ragnoy, 1992 (Noruega);
 Oei e Polak, 1992 (Países Baixos);
 Wells, Preusser e Williams, 1992 (EUA);
 Cameron, 1993 (Austrália);
 Murry, Stam e Lastovicka, 1993 (EUA);
 Höök, 1994 (Suécia);
 Britt, Bergman e Moffat, 1995 (EUA);
 Machermer, Rune, Wolf, Büttner e Tücke, 1995 (Alemanha);
 Stuster, 1995 (EUA);
 Taylor e Ahmed, 1995 (EUA);
 Törnros, 1995 (Suécia);
 Ytterstad e Wasmuth, 1995 (Noruega);
 Graham, 1996 (EUA);

Sävenhed, Brüde, Nygaard, Pettersson e Thulin, 1996 (Suécia);
 Williams, Reinfurt e Wells, 1996 (EUA);
 Baldcock e Bailey, 1997 (Austrália);
 Cameron, Diamantopoulou, Mullan, Dyte e Gantzer, 1997 (Austrália);
 Voas, Holder e Gruenewals, 1997 (EUA);
 Vägverket, 1997 (Suécia);
 Amundsen, Elvik e Fridstrøm, 1999 (Noruega);
 Sakshaug, 2001 (Noruega);
 Agent, Green e Langley, 2002 (EUA);
 Diamantopoulou e Cameron, 2002 (Austrália);
 Agent, Green e Langley, 2003 (EUA);
 Cameron, Newstead, Diamantopoulou e Oxley, 2003 (Austrália);
 Ulleberg, Elvik e Christensen, 2004 (Noruega);
 Mullholland, Tierney e Healey, 2005 (Austrália);
 Sørensen, 2005 (Dinamarca);
 Unknown, 2005 (Áustria);
 Whittam, Dwyer, Simpson e Leeming, 2006 (EUA);
 Ulleberg e Christensen, 2007 (Noruega).

Os resultados foram baseados em 119 impactos encontrados nestes estudos e são mostrados na tabela 7.3.1. O impacto do viés de publicação é estimado pelo impacto de várias campanhas no índice de acidentes antes e depois do ajuste para o viés. Outros impactos não foram ajustados para viés de publicação. O viés varia muito entre os impactos e ajustes, o que tornaria difícil a comparação dos resultados. A análise baseia-se em análises semelhantes realizadas por Vaa, Assum, Ulleberg e Veisten (2004) e

Delhomme, Vaa, Meyer, Harland, Goldenbeld, Järmark, Christie e Rehnova (1999).

Os resultados mostram que as campanhas levam a uma redução significativa do número de acidentes com vítimas e acidentes por embriaguez. Não há nenhum impacto significativo no número de acidentes fatais.

Principalmente as campanhas contra embriaguez têm um grande e significativo impacto nos índices de acidentes. No entanto, esta seleção inclui um grande porcentual de campanhas de controle policial contra embriaguez na Austrália, que, de acordo com Erke et al. (2009), são mais eficazes do que campanhas semelhantes realizadas em outros países.

As campanhas de velocidade não têm impactos significativos.

Os impactos das campanhas em outras questões de segurança viária foram analisados por Vaa et al. (2004), que não encontraram impactos significativos das campanhas de pedestres (a respeito dos acidentes com pedestres) e campanhas de saída de pista (que tratam dos acidentes de saída de pista). As campanhas para que se mantenha distância levaram a uma redução de colisões traseiras em 9%.

De acordo com análises atuais, não há diferença significativa entre campanhas acompanhadas ou não de uma maior fiscalização. No entanto, o impacto

TABELA 7.3.1: IMPACTO SOBRE OS ACIDENTES DAS CAMPANHAS E INFORMAÇÕES PARA O USUÁRIO DA VIA. PORCENTUAL DE ALTERAÇÃO NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Tipo de campanha	Tipos de acidentes sobre os quais atuam	Melhores estimativas	95% intervalo de confiança
Todas as campanhas	Todos os acidentes (metas mistas)		
	<i>Não ajustado para viés de publicação</i>	-12	(-15; -9)
	<i>Ajustado para viés de publicação</i>	-9	(-12; -6)
	Acidentes fatais	-11	(-22; +1)
	Acidentes com feridos	-8	(-13; -2)
	Acidentes por embriaguez	-17	(-23; -10)
Campanhas gerais	Todos os acidentes (metas mistas)	-14	(-25; -1)
Campanhas de velocidade	“	-4	(-19; +1)
Campanhas contra embriaguez	“	-18	(-23; -12)
Com controle policial	Todos os acidentes (metas mistas)	-13	(-16; -9)
Sem controle policial	“	-10	(-16; -3)
Com transmissão pessoal de informação	Todos os acidentes (metas mistas)	-16	(-23; -9)
Sem transmissão pessoal de informação	“	-10	(-14; -7)
Campanhas da década de 1980	Todos os acidentes (metas mistas)	-16	(-22; -10)
Campanhas da década de 1990	“	-11	(-15; -7)
Campanhas da década de 2000	“	-5	(-10; 0)

foi menor sem controle policial. Efetivamente, Delhomme et al. (1999) relataram que campanhas sem controle policial tiveram um efeito significativo sobre os acidentes. A discrepância entre os resultados apresentados e os resultados de Delhomme et al. (1999) pode ser explicada pelo fato de terem sido aplicadas diferentes estratégias analíticas. Delhomme et al. (1999) não levaram em conta a heterogeneidade dos impactos e utilizaram um modelo de impactos fixos. Se as demais análises tivessem feito o mesmo, também ter-se-ia concluído que as campanhas com controle policial têm significativamente maiores impactos nos acidentes do que as campanhas sem controle policial. Vaa et al. (2004) mostraram, no entanto, que as campanhas sem controle policial não têm impacto nos acidentes, mesmo que se use um modelo de efeitos aleatórios. Uma explicação possível para os resultados conflitantes é que as duas amostras consistem em parte de diferentes estudos (no primeiro estudo, alguns estudos de Vaa et al. (2004) foram excluídos e alguns novos, adicionados) e em parte em diferenças na operacionalização do conceito de “controle policial”. Neste estudo incluíram-se campanhas com aplicação do controle policial primária ou secundária; Vaa et al. (2004), no entanto, só usaram a primeira. Apesar de mais pesquisas serem necessárias para esclarecer este assunto, deve-se notar que a análise de metarregressão, realizada como parte da análise atual, também mostra que a aplicação tem um impacto único e benéfico no número de acidentes quando implementada em conjunto com uma campanha.

Encontraram-se duas outras principais conclusões sobre o impacto das campanhas em acidentes. A primeira foi que as campanhas que utilizaram uma forma de comunicação pessoal da mensagem (usando, por exemplo, palestras, discussões em grupo, cartas pessoais) tiveram efeitos vantajosos no número de acidentes, o que consolida a descoberta anterior de Vaa et al. (2004); a segunda conclusão foi que as campanhas realizadas nos últimos anos, ou seja,

na década de 2000, parecem ser menos eficazes do que as realizadas anteriormente. De acordo com as metarregressões, isso independe de outros fatores.

A análise atual dos 119 impactos contém 27 impactos de estudos que não usaram qualquer grupo de controle. Estes foram incluídos depois que se descobriu que havia pouca diferença entre os impactos controlados e não controlados, tanto em termos de tamanho quanto em variedade dos impactos combinados.

Mais detalhes da análise são apresentados em Phillips, Ulleberg e Vaa (2011), que incluem uma análise de metarregressão, concluindo que o controle policial, a divulgação pessoal ou anúncios ao longo da via de uma mensagem e sua concisão estão associados a uma maior redução no número de acidentes.

Impacto no comportamento: uma meta-análise foi realizada por Vaa, Phillips et al. (2009) para resumir os impactos das informações dos usuários viários e campanhas sobre as diferentes formas de comportamento. Os resultados são mostrados na tabela 7.3.2.

Parece que o comportamento do usuário pode se tornar mais seguro com o uso de informações e campanhas, ou seja, pelo menos de acordo com as avaliações disponíveis. Uma conclusão semelhante foi tirada por Elliott (1993), que usou meta-análise para mostrar que as campanhas aumentaram o uso do cinto de segurança em 20%, reduziram a taxa de condutores que dirigem muito rápido em 21%, reduziram a condução em estado de embriaguez em 19% e aumentaram o uso do capacete de bicicleta em 60% (Elvik, Høye et al., 2009).

A maioria dos tipos de comportamento mostrados na tabela 7.3.2 foi medida por meio de observações independentes, além de álcool ao volante, que muitas vezes foram autorrelatadas. Existem poucos estudos de avaliação que tenham utilizado medidas

TABELA 7.3.2: IMPACTO DE CAMPANHAS E INFORMAÇÕES VIÁRIAS NO COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS. HOUVE CONTROLE DO VIÉS DE PUBLICAÇÃO DOS RESULTADOS. O PORCENTUAL DE ALTERAÇÃO NO USO DO CINTO DE SEGURANÇA, NA EMBRIAGUEZ E NA SAÍDA DE PISTA.

Comportamento do usuário	Porcentual de alteração	
	Melhores estimativas	Intervalo de confiança de 95%
Uso do cinto de segurança	+25	(+18; +31)
Condução de velocidade	-16	(-25; -6)
Embriaguez	-17	(-46; +28)
Saída de pista	+37	(+14; +65)

objetivas contra álcool ao volante. O comportamento de autorrelato tem menos confiabilidade do que o comportamento que se observa, o que pode explicar o impacto muito variável e não significativo de campanhas sobre álcool e direção.

O número de estimativas de impacto (133 impactos foram combinados) tornou possível para que Vaa, Phillips et al. (2009) realizassem regressões para determinar quais fatores de uma campanha influenciam o uso de cintos de segurança. A mensagem apresentada ao longo da via e a fiscalização policial levaram a um grande aumento no uso do cinto de segurança. As campanhas realizadas em uma área limitada, como, por exemplo, uma empresa ou um estacionamento, também levaram a importantes mudanças no comportamento. Quando o uso do cinto de segurança foi inicialmente constatado como baixo, as campanhas levaram a um aumento maior de seu uso do que quando já aparecia inicialmente elevado. Isso confirma várias descobertas anteriores e, em parte, explica por que as campanhas da década de 2000 não são tão eficazes como as dos anos 1980 (dados não mostrados). Este fato significa que é improvável que as campanhas de cintos de segurança atuais possam conseguir impactos iguais aos que constam na tabela 7.3.2.

Para reunir um número suficiente de regressões de impactos, foram tomados estudos sem grupo controle (84 de 133 impactos de estudos). As análises mostraram que os impactos de estudos sem grupo controle foram maiores do que dos estudos com os grupos mencionados. Esta diferença mostrou-se apenas quando houve controle do viés de publicação (tabela 7.3.3).

Uma meta-análise do impacto de campanhas sobre acidentes e comportamentos mostra que as características da campanha aumentam sua eficácia e o

que pode afetá-las é a transmissão ao longo da via e por fiscalização policial. Uma possível explicação é que as campanhas são mais eficazes quando a pessoa-alvo identifica-se com a mensagem e a processa ao mesmo tempo em que percebe o comportamento de que trata a campanha (Vaa, Phillips et al., 2009).

No entanto, esta conclusão é baseada em resultados de uma meta-análise que resume avaliações dos impactos da campanha de curto prazo. Sabemos pouco sobre os impactos em longo prazo, e isso se refere especialmente aos programas em curso, que consistem em uma série de campanhas interconectadas.

Impacto na mobilidade

A alteração do comportamento como resultado de campanhas de informação combinadas com outras medidas pode afetar a mobilidade, por exemplo, diminuindo a velocidade e aumentando o tempo de viagem. Maior respeito das preferências pode aumentar o tempo gasto para alguns usuários e reduzi-lo para outros. No entanto, é difícil dizer algo geral sobre como as informações para usuários e as campanhas agem sobre a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

As campanhas e as informações para usuários não têm nenhum impacto documentado no meio ambiente.

Custos

O custo das campanhas e de informações varia de acordo com o conteúdo, a abrangência e os métodos. Poucos estudos relataram os custos e, por isso, muitas vezes, não são indicados os elementos incluí-

TABELA 7.3.3: IMPACTOS NA UTILIZAÇÃO DO CINTO DE SEGURANÇA RESULTANTES DE CAMPANHAS E INFORMAÇÕES AOS USUÁRIOS, SEGUNDO O USO DE CONTROLE NA AVALIAÇÃO. PORCENTUAL DE ALTERAÇÃO NO USO DO CINTO DE SEGURANÇA.

Uso do cinto de segurança	Porcentual de alteração	
	Melhores estimativas	Intervalo de confiança de 95%
Viés de publicação controlado		
com grupo de controle	17	(+9;+25)
sem grupo de controle	31	(+21;+41)
Viés de publicação não controlado		
com grupo de controle	48	(+38;+58)
sem grupo de controle	51	(+43; +60)

dos nos custos citados. A média dos “custos totais” que foram relatados para 25 campanhas são mostrados na tabela 7.3.4.

É provável que estes números subestimem os custos das campanhas, porque os custos relacionados a hora-hora muitas vezes não estão disponíveis.

Em outra análise, os custos foram estimados por diferentes campanhas realizadas na Suécia. Nela, os custos anuais variam entre SEK 2 e SEK 19 milhões. As estimativas são para os custos totais associados às campanhas, ou seja, o custo de todos os componentes, incluindo o controle policial.

Avaliações de custo-benefício

Os benefícios e custos das informações para usuários e campanhas variam muito, dependendo do tipo de informação ou de campanha utilizadas e de como são realizadas. No entanto, não há nenhuma análise de custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa de informações viária e campanhas geralmente são tomadas pelas autoridades em segurança viária e organizações interessadas.

Requisitos e procedimentos formais

Não existem requisitos formais para o conteúdo das informações, materiais promocionais ou para os processos de implementação.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades têm, segundo o direito administrativo, o dever de informar sobre novas leis, regulamentos e disposições. Fora isso, estes, ao tomarem a iniciativa, são responsáveis por implementar e financiar as campanhas e etc.

TABELA 7.3.4: DESPESAS TOTAIS, DE ACORDO COM 25 AVALIAÇÕES. A INFLAÇÃO É LEVADA EM CONTA.

	Média dos custos (Euros)	Média dos custos (Euros)	Cobertura (Euros)
Campanhas locais	34.000	9.000	1.000 - 270.000
Campanhas regionais	698.000	86.531	5.400 - 3.600.000
Campanhas nacionais	780.000	555.000	185.000 - 3.000.000

REFERÊNCIAS

- Agent K.R., Green E.R. & Langley R.E. (2002). *Evaluation of Kentucky's "You Drink and Drive. You Lose." campaign*. KTC-02-28/KSP1-02-2F University of Kentucky College of Engineering, Kentucky Transportation Center. Kentucky, USA.
- Agent K.R., Green E.R. & Langley R.E. (2003). *Evaluation of Kentucky's "Buckle up Kentucky: it's the law and it's enforced" campaign*. KTC-03-26/KSP1-03-1I Kentucky Transportation Center, University of Kentucky. USA.
- Amundsen, A.H., Elvik, R & Fridstrøm, L. (1999). *Evaluering av "Sei i frå" kampanjen i Sogn og Fjordane*. TØI rapport 425/1999, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Anderson, J. W. (1978). The effectiveness of traffic safety material in influencing the driving performance of the general driving population. *Accident Analysis and Prevention*, **10**, 81-94.
- Armour, M., Monk, K., South, D. & Chomiak, G. (1985). *Evaluation of the 1983 Melbourne random breath testing campaign: casualty accident analysis*. Road Traffic Authority (report (8/85). 18p.
- Assum, T. & Glad, A. (1990). *Alkohol og trafikk i Norge: En situasjonsrapport*. Arbeidsdokument nr TST/0189/90. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Assum, T. (2003). *INFOEFFEKT – aktivitet 5: Evaluering av informasjon*. Arbeidsdokument 1451/2003
- Backer-Grøndahl, A. (2010). *Evaluering av jentenes trafikkaksjon*. TØI-Rapport 1076/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Balcock M.R.J. & Bailey T.J. (1997). *Random breath testing in South Australia: operation and effectiveness, 1996*. 3/97 Office of Road Safety, Adelaide.
- Behrendorff I. & Johansen H.J. (1992). *Kampagnen «Stop spritkørsel - osse de andres» Spørgekemaundersørgelse blant 17-21 årige*. Arbeidsnotat nr. 3 Rådet for Trafiksikkerhetsforskning, Denmark.
- Behrendorff, I. & Johansen, H.J. (1991). *Kampagnen "Stop spritkørsel – osse de andres". Spørgekemaundersørgelse blant unge på vej til "Grøn koncert"*. Gentofte, Rådet for Trafiksikkerhetsforskning. Arbeidsnotat, 1.
- Bérard-Andersen, K. (1985). *Om barn, trafikk og oss voksne*. Revidert utgave. Temahefte nr 9 i temaserien Samferdsel. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bill N. (1992). Safety-belt use and motor-vehicle-related injuries - Navajo Nation, 1988-1991. *Morbidity and Mortality Weekly Report* **41**, pp. 705-708.
- Bjørnskau, T. (2005). *Sykekelulykker*. TØI Rapport 793/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Blomberg, R.D., Preusser, D.F., Hale, A. & Leaf, W.A. (1983A). *Experimental Field Test of Proposed Pedestrian Safety Messages - Volume II*. Report DOT HS-806-522. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Blomberg, R.D., Preusser, D.F., Hale, A. & Leaf, W.A. (1983B). *Experimental Field test of Proposed Pedestrian Safety Messages. Volume III*. Report DOT HS-806-523. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC.
- Blomberg, R.D., Preusser, D.F., Ulmer R.G. (1987). *Deterrent effects of mandatory license suspension for DWI conviction. Final report*. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. (Report DOT HS 807 138).
- Borger, A. (1991). *Underrapportering av trafikkulykker*. TØI-notat 975. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Britt, J. W. & A. B. Bergman. (1995). *Law Enforcement, Pedestrian Safety and Driver Compliance with Crosswalk Laws: Evaluation of a Four-Year Seattle Campaign*. Paper 950261. 74th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC.
- Bruce, B., & McGrath, P. (2005). Group interventions for the prevention of injuries in young children: a systematic review. *Injury Prevention*, **11**(3), 143-147.
- Cameron M., Cavallo A. & Gilbert A. (1992). *Crash-based evaluation of the speed camera program in victoria 1990-1991*. 1992/42 Australian Road Research Board, Department of Justice, Vic Roads.
- Cameron M., Newstead, S., Diamantopoulou, K. & Oxley, P. (2003). *The interaction between speed camera enforcement and speed-related mass media publicity in Victoria*. Report 201 Monash University Accident Research Centre. Victoria, Australia.
- Cameron, M., Diamantopoulou, K., Mullan, N., Dyte, D. & Gantzer, S. (1997). *Evaluation of the country random breath testing and publicity program in Victoria 1993-1994*. Monash University Accident Research Centre (report N°126). 60p.
- Cameron, M., Haworth, N., Oxley, J., Newstead, S. & Le, T. (1993). *Evaluation of transport accident commission road safety television advertising*. Monash University Accident Research Centre (report N°52).
- Christie, N. (1990). The Effectiveness of the 1988 Police National Motorway Safety Campaign. *Proceedings (35-49) of Road Safety and Traffic Environment in Europe*, Gothenburg, Sweden, September 26-28, 1990. VTI-rapport 365A. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Delhomme, P., Vaa, T., Meyer, T. et al. (1999): *Evaluated Road Safety Media Campaigns: An Overview of 265 Evaluated Campaigns and Some Meta-Analysis on Accidents*. INRETS. Project funded by EC and partners under EU 4th Framework Programme. Paris March 1999.
- Diamantopoulou K. & Cameron M. (2002). *An evaluation of the effectiveness of overt and covert speed enforcement achieved through mobile radar operations*. Report 187, Monash University Accident Research Centre. Victoria, Australia.
- Dowling, A.M. (1986). *Stop-dwi: the first four years - an evaluation update*. Conducted for the New York state department of motor vehicles by the Institute for Traffic Safety Management and research.
- Downing, C. S. & J. Spendlove. (1981). *Effectiveness of a campaign to reduce accidents involving children crossing roads near parked cars*. TRRL Laboratory Report 986. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

- Drummond, A.E., Sullivan, G., Cavallo A. (1992). *An evaluation of the random breath testing initiative in Victoria 1989-1990: quasi-experimental time series approach*. Monash University Accident Research Centre (report N°37). 105p.
- Elliott, B. (1993). *Road Safety Mass Media Campaigns: A Meta Analysis*. Report CR 118. Department of Transport and Communications, Federal Office of Road Safety, Canberra, Australia.
- Elvik, R. (1995). *Virkninger av informasjonskampanjer i Norge på antall trafikkeulykker*. Arbeidsdokument TST/0689/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1997). *Vegtrafikklovgivning, kontroll og sanksjoner. Potensialet for å bedre trafiksikkerheten og nytte-kostnadsvurdering av ulike tiltak*. TØI-notat 1073. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (2003). Assessing the validity of road safety evaluation studies by analysing causal chains. *Accident Analysis & Prevention*, **35**(5), 741-748.
- Elvik, R., P. Christensen, A. H. Amundsen (2004). *Speed and road accidents. An evaluation of the Power Model*. TØI Report 740/2004. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Evans, L. (1987). Belted and Unbelted Driver Accident Involvement Rates Compared. *Journal of Safety Research*, **18**, 57-64.
- Fischer A.J. & Lewis R.D. (1984). *Tunnel vision road safety campaign: Evaluation and research report*. Vol 1 and 2. Department of Transport, South Australia.
- Fortenberry, J. C. & D. B. Brown. (1982). Problem identification, implementation and evaluation of a pedestrian safety program. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 315-322.
- Fosser, S. (1984). *Effektmåling av forsikringsbransjens refleksaksjon i 1983*. Arbeidsdokument av 4.1.1984, prosjekt O-717. Resultater fra førmåling i 1982 og ettermåling i 1983. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S., P. Christensen & A. Ragnøy. (1992). *Effekten av kampanjen: "Hold avstand - 92"*. TØI-rapport 139. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Garber, N.J., Miller, J.S., Abel, R.E., Eslambolchi, S. & Korukonda, S.K. (2007). *The impact of red light cameras (photo-red enforcement) in Virginia*. Final report VTRC 07-R2. Virginia Transportation Research Council. Charlottesville, Virginia.
- Gårder, P. (1982). *Gåendes säkerhet i trafiksignaler*. Bulletin 43. Tekniska Högskolan i Lund, Institutionen för trafikteknik, Lund.
- Gibb, D.G. (1984). *DWI countermeasures – DWI update*. The Police Chief, July, 60-61.
- Glad A. (1986). *"Bedre bilist - 85"*. Resultater fra en evaluering av aksjonen. TØI Report, Insititute of Transport Economics, Oslo. ISBN 82-7133-528-6.
- Glad, A. (1985). *Omfanget av og variasjonen i promillekjøringen. Reviderte resultater fra en landsomfattende promilleundersøkelse i 1981-82*. TØI-notat 740. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Glad, A. (1986). *Aksjonen "Bedre bilist - 85". Resultater av en evaluering av aksjonen*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Graham S. (1996). State campaigns nab drunk drivers. *Traffic Safety*, January-February, 16-19.
- Gregersen, N. P. & S. Nólén. (1994). Children's road safety and the strategy of voluntary traffic safety clubs. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 463-470.
- Harte, D.S. & Hurst, P.M. (1984). Evaluation of operation checkpoint - Accident data. *Road traffic safety seminar 1517 august 1984*. Road traffic safety research council, Wellington, New Zealand. *Seminar papers*, **Vol 2**, pp.153-167.
- Haynes, R.S., Pine, R.C., Fitch, H.G. (1982). Reducing accidents with organizational behaviour modification. *Academy of Management Journal*, **25**(2), 407-416.
- Hendrickx, L. & C. Vlek. (1991). Effects of Risk Information on Speed Choice in Blind Curves. In: *Behavioural Research in Road Safety*. Proceedings (139-147) of a Seminar held at Nottingham University, 26-27 September 1990. (Grayson, G. B. & J. F. Lester. eds). Publication PA2038/91. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Homel R., Carseldine D. & Kearns I. (1988). Drink-driving countermeasures in Australia. *Alcohol, Drugs and Driving* **4**, pp. 113-144.
- Höök, P. (1994). *Stressa av trafiken. Trafiksäkerhetskampanjen sommaren 1992 i Boden, Luleå och Piteå*. Accessed via structured questionnaire as part of CAST project (www.cast-eu.org).
- King M. (1987). *Random breath testing operation and effectiveness in 1986*. Report 2/87. Road Safety Division, Department of Transport. Australia.
- King M. (1989). *Random breath testing operation and effectiveness in 1988*. Report 2/89. Road Safety Division, Department of Transport. Australia.
- Knudsen, K. (1975A). Virkninger av Barnas Trafikkklubb. En kritisk kommentar. *Tidsskrift for samfunnsforskning*, **16**, 250-253.
- Knudsen, K. (1975B). Replik. *Tidsskrift for samfunnsforskning*, **16**, 259-261.
- LaForest, L. (1987). A short drinking/driving prevention campaign and its actual effects on the alcohol-induced accident rate: a target population study. *Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, **T86** pp. 475-478
- Lane J.M., Milne P.W. & Wood H.T. (1984). Evaluation of a successful rear seat belt publicity campaign. *Proceedings of the Australian Road Research Board* **12**(7), pp. 13-21
- Lane, J., P. Milne & T. Wood. (1983). *Evaluation of the 1981/82 Rear Seat Belt Campaign*. Australia, Road Traffic Authority, Hawthorn, Victoria.
- Machemer, E., Runde, B., Wolf, U., Büttner, D., Tucke, M., Kley, H., Pieper, M., Schopuis, R., Timmer, H., Trecksel, H. & Wundram, A. (1994). *Delegierte belohnung und intensivierete Verkehrsüberwachung im Vergleich*. BAST (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen), Mensch und Sicherheit (Heft M 48).
- Maisey, G.E. & Saunders, C.M. (1981). *An evaluation of the 1980/81 christmas/new year traffic enforcement blitz*. Road Traffic Authority, Research and statistics division, Western Australia (report N°16).

- Mercer G.W. (1985). The relationships among driving while impaired charges, police drinking-driving road-check activity, media coverage and alcohol-related casualty traffic accidents. *Accident Analysis and Prevention* **17**, pp. 467-474.
- Midtland, K. (1995). *Seksåringers forutsetninger for å ferdes trygt i trafikken*. TØI-notat 999/1995. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Moe, D. & T. M. Stene. (1990). *Evaluering av utforkjøringskampanjen 1989*. Rapport STF63 A90003. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Moe, D. & T. Tyldum. (1987). *Forestillinger om bil og MC-kjøring blant ungdom. Spørreskjemaundersøkelse*. Rapport STF63 A87004. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Moe, D., K. Sakshaug & T. M. Stene. (1987). *Evaluering av utforkjøringskampanjen 1986*. Rapport STF63 A87006. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Mulholland, E., Tierney, P. & Healye, D. (2005). Wipe-off 5: A Victorian social marketing campaign. *Australian Road Safety Conference Research, Policing and Education Conference Proceedings, 2005*.
- Munden, J. M. (1967). *The relation between a driver's speed and his accident rate*. RRL Report LR 88. Road Research Laboratory, Crowthorne.
- Murry J.P., Stam A. & Lastovicka J.L. (1993). Evaluating an anti-drinking and driving advertising campaign with a sample survey and time series intervention analysis. *American Statistical Association* **88**, pp. 50-56.
- Nagatsuka, Y. (1991). Effectiveness of model driving with a safety campaign sticker on the rear outside of the body of buses, trucks and taxis: an action research. Transportation research institute, Haifa. *Proceedings of the second international conference on new ways for improved road safety and quality of life (Tel Aviv, Israel, October 7-10)*, pp. 910.
- Nolén, S. & R. Johansson. (1993). *Utvärdering av lokal hastighetskampanj i Mjölby, Sala och Sandviken*. VTI-meddelande 707. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Nordisk Trafikksikkerhetsråd. (1984). *Sikring av voksne og barn i personbilers bakseter. En beregning av virkningen av alternative bestemmelser*. NTR-rapport 37. Nordisk Ministerråd, Oslo.
- OECD Scientific expert group. (1983). *Traffic Safety of Children*. OECD, Paris.
- OECD Scientific expert group. (1986). *Effectiveness of road safety education programmes*. OECD, Paris.
- Oei, H.L. & Polak, P.H. (1992). *Effect van automatische waarschuwing en toezicht op snelheid en ongevallen. Resultaten van een evaluatie-onderzoek in vier provincies*. SWOV, Leidschendam (Rapport N° 92-23).
- Oei, H.L., Goldenbeld, C. (1996). *Snelheidscampagne 1995 in Eindhoven. Leidschendam: Stichting Wetenschap- pelijk Onderzoek Verkeersveiligheid*. SWOV (Rapport N° R-96-31).
- Preston, B. (1980). Child cyclist accidents and cycling proficiency training. *Accident Analysis and Prevention*, **12**, 31-40.
- Preusser, D. F. & A. K. Lund. (1988). And Keep on Looking: A Film to Reduce Pedestrian Crashes Among 9 to 12 Year Olds. *Journal of Safety Research*, **19**, 177-185.
- Reznik R., Best J.B. & Morey S. (1984). Evaluation of the Australian Medical Association drink-driving campaign in Wollongong. *Medical Journal of Australia* **141**, pp. 818-821.
- Ross.H.L. (1987). Britain's crusade against drinking and driving. *Journal of Studies on Alcohol* **48**, pp. 476-482.
- Sagberg, F. (1994). *En spørreundersøkelse om trafikksikkerhetstiltak for barn og ungdom*. Arbeidsdokument TST/0546/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sakshaug, K. & T. Sten. (1979). *Fotgjengere i signalregulerte kryss*. Oppdragsrapport 39. Forskningsgruppen, Institutt for Samferdselsteknikk, Norways Tekniske Høgskole, Trondheim.
- Sakshaug, R. (2001). *Evaluering av "Senk farten" -aksjonen sommeren 2000*. Trondheim : SINTEF Report AO1307.. ISBN 82-14-01779-3.
- Sali, G.J. (1983). Evaluation of Boise traffic enforcement project. Washington D.C., *Transportation Research Record*, **910**, pp. 69-74.
- Samferdselsdepartementet (2010). *Nasjonalt tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg 2010-2013*. Sargent og Sheppard 1974 (Storbritannia, kryssing av veg)
- Samferdselsdepartementet (2010). *Sluttrapport for prøveprosjektet: Føreropplæring i tilknytning til videregående skole: Bedre og billigere i distriktene*.
- Sargent, K. J. & D. Sheppard. (1974). *The development of the Green Cross Code*. TRRL Laboratory Report 605. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Sävenhed, H., Brüde, U., Nygaard, B., Petterson, H-E. & Thulin, H. (1996). *Heja Halland: An evaluation of a traffic campaign*. Statens vaeg- och transportforskningsinstitut, Linköping, Sweden (VTI Meddelande, 779).
- Schioldborg, P. (1974). *Barn, trafikk og trafikkopplæring. En analyse av Barnas Trafikkklubb*. Universitet i Oslo, Psykologisk institutt, Oslo.
- Schioldborg, P. (1975A). Virkninger av Barnas Trafikkklubb. En kommentar til Knud Knudsen. *Tidsskrift for samfunnsforskning*, **16**, 254-258.
- Schioldborg, P. (1975B). Svarreplikk. *Tidsskrift for samfunnsforskning*, **16**, 263-264.
- Schlabbach, K. (1990). Improvement of Traffic Safety by local Public Relations Campaigns. *Proceedings (51-64) of Road Safety and Traffic Environment in Europe*, Gothenburg, Sweden, September 26-28, 1990. VTI-rapport 365A. Statens väg- och trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Simmonds A.G. (1981). The effects on vehicle speeds of roadside safety posters: Phase III. *Traffic Engineering and Control* **22**, pp. 480-485.

- Smith, D.I., Maisey, G.E. & McLaughlin, K.L. (1990). Evaluation of the first year of random breathtesting in Western Australia. *15th arrb conference, Darwin, northern territory (26-31 august, Victoria)*. Australian Road Research Board Proceedings, **15(7)**, pp. 93-106.
- Sørensen, K. (2005). *Speedbusters. Trafikal holdningsændring til fart blant unge bilister i Ejby kommune*. Accessed via structured questionnaire as part of CAST project (www.cast-eu.org).
- Spoerer, E. (1989). *Einfluss von Informationen zur Verkehrssicherheit auf unfallbeteiligte Kraftfahrer*. BAST (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen), Bergisch Gladbach.
- Statens trafikksikkerhetsverk (1977). *Utvärdering av kampanjen Barn i trafikken*. Accessed via structured questionnaire as part of CAST project (www.cast-eu.org).
- Statistisk sentralbyrå. (1996). *Vegtrafikkulykker 1995*. NOS Publikasjon C 332, Oslo-Kongsvinger.
- Stene, T. M. (1987). *Evaluering av fotgjengerkampanjen 1987*. Rapport STF63 A88006. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Studsholt, P (1990). Campaigns against drunken driving among young drivers. *Proceedings of road safety and traffic in Europe (Conference, Gothenburg, Sweden september 26-28)*. In National Swedish Road & Traffic Research Institute, Linköping, Sweden (report N°HS-041 279, VTI-365A), pp. 26-33.
- Stuster, J.W (1995): *Experimental evaluation of municipal enforcement programs*. Washington D.C, National Highway Traffic Safety Administration (Report No DOT HS 808 325).
- Taylor, W.C. & Ahmed, A.R. (1995). *Evaluation of the "Share-the-road" campaign*. Final Report. Michigan State University, USA (Report GLCTTR 71-95/01). 75p.
- Törnros, J. (1995). *Intensified random breath testing in southern Sweden*. Statens vaeg-och transportforskningsinstiut, Linköping, Sweden (VTIMeddelande, 746).
- Trafikketaten. *Trafikkopplæring i grunnskolen – obligatorisk med Kunnskapsløftet*. <http://www.trafikketaten.oslo.kommune.no/article84552-9285.html?articleID=84552&categoryID=9285&tip=1> (last accessed 10.03.2011).
- Trygg Trafikk. (1996). *Årsberetning 1995*. Trygg Trafikk, Oslo.
- Ulleberg P., Elvik R. & Christensen P. (2004). *Evaluering av "Sei ifrå!" kampanjen i Telemark*. TØI Report 722/2004, Institute of Transport Economics, Oslo, Norway.
- Ulleberg, P.& Christensen, P. (2007). *Virker "Sei ifrå!" filosofien?* TØI Report 881/2007, Institute of Transport Economics, Norway.
- Unknown. *Riktig gut ankommen*. (2005). Accessed via structured questionnaire as part of CAST project (www.cast-eu.org).
- Vaa, T., Assum, T., Ulleberg, P. & Veisten, K. (2004). *Effekter av informasjonskampanjer på atferd og trafikkulykker (Effects of information campaigns on behaviour and accidents)*. TØI Report 727/2004. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Vägverket (1997). *Gående i trafikken 1994-96. Slutrapport*. Accessed via structured questionnaire as part of CAST project (www.cast-eu.org).
- Voas, R.B., Holder, H.D., Gruenewald, P.J (1997): The effect of drinking and driving interventions on alcohol-involved traffic crashes within a comprehensive community trial. *Addiction*, **92 (Supplement 2)**, S221 – S236.
- Wasielewski, P. (1984). Speed as a measure of driver risk: observed speeds versus driver and vehicle characteristics. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 89-103.
- Wells, J.K., Preusser, D.F. & Williams, A.F. (1992). Enforcing alcohol-impaired driving and seat belt use laws, Binghamton, NY. *Journal of Safety Research*, **23**, 63-71.
- Whittam K.P., Dwyer W.O., Simpson P.W. & Leeming F.C. (2006). Effectiveness of a media campaign to reduce traffic crashes involving young drivers. *Journal of Applied Social Psychology* **36**, pp. 614-628.
- Williams A.F., Reinfurt D. & Wells J.K., (1996). Increasing seat belt use in North Carolina. *Journal of Safety Research* **27**, pp. 33-41.
- Wolfe, A.C. (1983). Interim (two-year) evaluation report on the Oakland county alcohol enforcement/education project. University of Michigan Transport Research Institute, USA (report N°83-12).
- Worden J.K., Waller J.A. & Riley T.J. (1975). The Vermont public education campaign in alcohol and highway safety: a final review and evaluation. *Accident Analysis and Prevention* **19**, pp. 285-303.
- Ytterstad B. & Wasmuth H.H., (1995). The Harstad Injury Prevention Study: evaluation of hospital-based injury recording and community-based intervention for traffic injury prevention. *Accident Analysis and Prevention* **27**, pp. 111-123.

8.1 CONTROLES MÓVEIS DE VELOCIDADE

Capítulo revisado por Alena Høyve (TØI) em 2014

Os radares móveis podem ser operados por postos de controle visíveis ou ocultos, ou ainda por viaturas policiais com diferentes tipos de equipamentos de medição. A infração de velocidade pode ser punida no momento de sua detecção (no local da infração), pela emissão de uma multa, ou o condutor infrator pode ser notificado posteriormente por meio de uma carta. O controle móvel de velocidade com equipamento de medição visível em viaturas policiais estacionadas ou em tripés mostrou ter maior impacto nos postos de controle e pouco impacto em locais mais distantes dos postos de controle. O controle móvel de velocidade com equipamento oculto tem maior impacto em trechos mais longos. O impacto do controle móvel de velocidade com equipamento oculto em trechos mais longos é maior que o impacto de um posto de controle visível sobre um trecho mais longo, mas menor que o impacto de um controle visível no local do posto de controle. O controle de velocidade com laser manual mostrou ter impacto ainda menor no número de acidentes que outras formas de controle móvel de velocidade. O controle de velocidade com uma viatura policial em movimento pode reduzir o número de acidentes em uma área maior que a de um posto de controle fixo, mas apenas se pelo menos uma parte dos veículos policiais estiver à paisana. Certo grau de imprevisibilidade via de regra acarreta impactos mais efetivos quando se consideram os acidentes em uma área maior. O impacto do controle de velocidade aumenta com o aumento da abrangência do controle, mas esse aumento geralmente tem um impacto limitado quando a abrangência do controle já está em um nível alto.

Problema e finalidades

A transgressão do limite de velocidade é provavelmente a infração de trânsito mais frequente. Muitos condutores dirigiam acima do limite de velocidade

regulamentada pelas placas se tivessem a certeza de que a polícia não está realizando controle de velocidade no trecho. Mesmo que o risco de descoberta real possa ser muito menor, a certeza da possibilidade de sofrer uma fiscalização policial tem influência no comportamento. Uma avaliação do impacto por conta da greve de duas semanas dos policiais finlandeses em 1976 mostrou que a velocidade média se modificou pouco, ao passo que o número de infrações graves de velocidade aumentou em torno de 50 a 100% (Summala et al., 1980). Há extensa documentação que indica que o aumento de velocidade aumenta tanto o risco de acidentes quanto a gravidade destes. A alta velocidade foi um fator determinante em 45% de todos os acidentes fatais de 2005 a 2012 na Noruega (Haldorsen, 2013), por exemplo. O controle móvel de velocidade tem como finalidade manter ou aumentar o respeito aos limites de velocidade de maneira que o número de acidentes e sua gravidade diminuam com a diminuição da velocidade.

Descrição da medida

O controle móvel de velocidade pode, ao contrário do controle automático de tráfego, ser realizado em diferentes locais. Um posto de controle pode ser visível ou oculto e, além disso, podem ser afixadas placas avisando sobre o controle de velocidade em locais ou em trechos com controle móvel de velocidade. A principal finalidade do controle visível e/ou com avisos na sinalização geralmente é evitar infrações de velocidade, ao passo que a finalidade dos controles ocultos em grande parte pode ser descobrir e punir infrações de velocidade por meio de multas. Existem resultados de estudos empíricos sobre o impacto nos acidentes dos seguintes tipos de controle de velocidade:

Radar móvel com câmeras (mobile speed cameras): o controle móvel de velocidade é executado com equipamento móvel de medição, que pode ser instalado em uma viatura policial estacionada ou montado em um tripé. Este controle de velocidade pode

ser feito normalmente à luz do dia (Christie et al., 2003). O radar móvel pode ser facilmente movido para outros locais. Os condutores em excesso de velocidade recebem um aceno do policial em um posto de controle bem visível quando a infração é detectada. Este método é muito utilizado principalmente nos países nórdicos. Este tipo de controle de velocidade pode ser visível ou oculto. Com relação aos radares móveis **visíveis**, regularmente são utilizadas viaturas identificadas e, além disso, os postos de controle podem ser sinalizados por placas. Com relação aos radares **móveis ocultos**, os postos de fiscalização não são fáceis de identificar como sendo um controle policial (porque, por exemplo, a polícia utiliza veículo civil ou porque o radar é instalado para ser visível ao mínimo para os condutores). No entanto, ao executarem-se os controles de velocidade com radar oculto, sempre se instala uma placa no início de um trecho ou na entrada de uma área em que os controles de velocidade ocultos estão sendo feitos, mas sem que os condutores consigam reconhecer quando e como os controles estão sendo realizados.

Radar pistola com mira a laser: o controle de velocidade com radar pistola a laser pode ser mais efetivo em rodovias movimentadas que os demais equipamentos móveis (Delaney et al., 2003). Este controle de velocidade tem como principal finalidade a intimidação, para que, com isso, as infrações de velocidade diminuam.

Controles de velocidade por viaturas policiais em movimento: o controle de velocidade também pode ser executado por meio de medições com radar instalado em viaturas policiais em movimento, que podem abordar e eventualmente perseguir veículos que estiverem circulando acima do limite de velocidade. Este método é mais utilizado nos EUA. O método também foi utilizado na Austrália em meados dos anos 90 e ainda é utilizado na Noruega e na Dinamarca, entre outros países.

Há uma série de outros métodos, e em muitos casos utilizou-se uma combinação de métodos que não se encaixam na classificação apresentada.

Impacto sobre os acidentes

Radar móvel com câmeras

O impacto dos radares móveis com câmeras no número de acidentes foi pesquisado por:

Leggett, 1988 (Austrália);
Andersson, 1991 (Suécia);
Cameron et al., 1992 (Austrália);
Leggett, 1997 (Austrália);
Pez, 2000 (Alemanha);
Chen, Meckle & Wilson, 2002 (Canadá);
Keall et al., 2002 (Nova Zelândia);
Cameron et al., 2003 (Austrália);
Christie et al., 2003 (Grã-Bretanha);
Newstead & Cameron, 2003 (Austrália);
Goldenbeld & van Schagen, 2005 (Países Baixos);
D'Elia et al., 2007 (Austrália);
Cunningham, Hummer & Moon, 2008 (EUA);
Jones et al., 2008 (Grã-Bretanha), corrigido por Brenac, 2010; e
Tay, 2010 (Canadá).

Os resultados estão resumidos na tabela 8.1.1. Eles não parecem ter sido influenciados por viés de publicação ou por efeitos da regressão para a média.

Como demonstrado na tabela 8.1.1, os radares móveis com câmeras reduzem o número de acidentes com vítimas ou com gravidade não especificada em média em 17% e o número de acidentes com vítimas fatais ou gravemente feridas em 35%. Com relação ao aumento e à redução da abrangência do controle, constatou-se, respectivamente, uma redução e um aumento no número de acidentes. O impacto do aumento ou da redução da abrangência de controle é maior em acidentes mais graves. Isso confirma que radares móveis com câmeras reduzem o número de acidentes e que o impacto é maior em acidentes mais graves, mesmo que os impactos não sejam estatisticamente significativos. Os resultados relacionados ao aumento ou à redução da abrangência do controle baseiam-se em estudos com diferentes definições de aumento ou redução da abrangência do controle e diferentes formas de modificação da abrangência de controle. Os resultados sobre a relação entre a abrangência do controle e o impacto nos acidentes são discutidos detalhadamente no parágrafo a seguir.

Com relação a todos os tipos de radares móveis com câmeras considerados de maneira conjunta, não há nenhuma diferença no impacto entre os controles visíveis e os ocultos. Por outro lado, quando se dividem os resultados entre aqueles relacionados a apenas acidentes na proximidade do radar ou aqueles relacionados a acidentes em trecho mais longo (acima de 1 km do radar), há diferenças entre os controles visíveis e os ocultos. O controle de velocidade visível tem maior impacto em postos de

TABELA 8.1.1: IMPACTO DOS RADARES MÓVEIS COM CÂMERA NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Tipo de controle de velocidade	Variação porcentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todos (visíveis e ocultos)	Não especificada/com vítimas	-17	(-24; -10)
Visível	Não especificada/com vítimas	-19	(-31; -6)
Oculto	Não especificada/com vítimas	-19	(-23; -14)
Visível	Vítimas fatais/feridos graves	-35	(-44; -25)
Aumento da abrangência do controle	Não especificada/com vítimas	-2	(-4; 0)
Redução da abrangência do controle	Não especificada/com vítimas	+3	(-1; +7)
Aumento da abrangência do controle	Vítimas fatais/feridos graves	-23	(-53; +25)
Redução da abrangência do controle	Vítimas fatais/feridos graves	+10	(-27; +64)
Visível - posto de controle	Não especificada/com vítimas	-43	(-57; -24)
Visível - trecho mais longo	Não especificada/com vítimas	-11	(-17; -4)
Visível - posto de controle	Vítimas fatais/feridos graves	-45	(-57; -31)
Visível - trecho mais longo	Vítimas fatais/feridos graves	-28	(-40; -13)
Oculto - posto de controle	Não especificada/com vítimas	-9	(-21; +4)
Oculto - trecho mais longo	Não especificada/com vítimas	-21	(-23; -19)
Oculto ao invés de visível	Não especificada/com vítimas	-16	(-22; -9)

controle (-43% de acidentes com vítimas ou com gravidade não especificada; -45% de acidentes com vítimas fatais/feridos graves), e um efeito menor, mas ainda estatisticamente significativo, num trecho mais longo (-11% de acidentes com vítimas ou com gravidade não especificada; -28% de acidentes com vítimas fatais/feridos graves). O controle de velocidade oculto, por outro lado, tem um efeito menor em postos de controle (-9%) do que em trecho mais longo (-21%). A diferença entre o impacto em postos de controle e em um trecho mais longo pode se dever ao acaso. O resultado na última coluna da tabela 8.1.1, que trata do controle de velocidade oculto ao invés do visível, baseia-se em um estudo que pesquisou o impacto nos trechos mais longos em que placas informam sobre o controle de velocidade. O controle de velocidade oculto tem maior impacto que o visível, provavelmente porque o controle de velocidade visível tem maior impacto nos postos de controle, ao passo que o controle oculto tem impacto na prevenção de acidentes em todo o trecho. Isso indica que certo grau de imprevisibilidade aumenta a efetividade dos radares móveis com câmera quando se observa o impacto num trecho mais extenso.

Christie et al. (2003) pesquisaram o impacto dos radares móveis com câmeras em diferentes tipos de vias e não descobriram nenhuma diferença no impacto para vias com diferentes limites de velocidade. Os resultados também não indicam se o impacto

modifica-se com o tempo. Com relação aos acidentes envolvendo pedestres e ciclistas, foram observados impactos maiores que em acidentes envolvendo apenas veículos motorizados. Cameron & Delaney (2006) constataram maiores impactos na velocidade em áreas urbanas que em áreas rurais.

Jones et al. (2008) pesquisaram a hipótese de que o controle de velocidade pode levar ao aumento do número de acidentes em outros locais onde ele não é realizado. Este impacto de migração pode ocorrer quando uma parcela dos condutores compensa a redução de velocidade em postos de controle dirigindo mais rápido após ter passado por eles. Os resultados não mostram, entretanto, nenhum impacto desse tipo. Todavia, outro estudo indica um aumento da velocidade média de 1% na extensão de 1,5 km após o posto de controle (Champness et al., 2005). Nas proximidades do posto de controle, a velocidade média diminuiu 6%; em um trecho 500 m depois dele, 3%; e em um trecho 1 km depois dele, 2%.

Na maioria dos estudos não há informações sobre como os infratores são tratados (se são parados pela polícia ou se recebem uma carta posteriormente) e, por isso, não é possível investigar como o método para com os infratores influencia a efetividade dos controles. De Waard & Rooijers (1994) mostraram que o radar móvel com câmera, com o qual os condutores em nítido excesso de velocidade são

parados pela polícia, tem maior impacto na velocidade média que quando esses condutores recebem a multa posteriormente pelo correio. Redelmeier et al. (2003) mostraram que os condutores multados por infração de velocidade tiveram risco 35% menor de envolvimento em um acidente fatal do que se comparado a um mês sem aplicação de multas. No entanto, o impacto diminuiu consideravelmente ao longo do tempo e deixou de ser significativo três meses após a aplicação de multas.

Vaa et al. (1995) e Andersson (1991) investigaram como os radares móveis com câmeras influenciam a velocidade média após um período com controle intensivo de velocidade. Os estudos mostram que tanto a velocidade média quanto a infração por excesso de velocidade diminuíram significativamente, 10 semanas e 1 ano após o encerramento do período com controle intensivo de velocidade, respectivamente.

Radar pistola a laser

O impacto do controle de velocidade com radar pistola foi pesquisado por Fitzharris et al. (1999) na Austrália. Constatou-se uma redução no número de acidentes com feridos graves ou vítimas fatais de 7%, que não é estatisticamente significativa (intervalo de confiança de 95% [-15; +2]).

Controle de velocidade com viatura policial em movimento

O impacto do controle de velocidade com viatura policial em movimento foi pesquisado por:

Diamantopoulou et al., 1998 (Austrália);
Diamantopoulou et al., 2002 (Austrália); e
Brackett & Beecher, 1980 (EUA).

Os resultados estão resumidos na tabela 8.1.2.

Os resultados não indicam se o controle com viaturas visível tem algum impacto nos acidentes com feridos ou acidentes com gravidade não especificada, mas demonstram que eles reduzem os acidentes com vítimas fatais em 13%. Com relação aos controles ocultos, foi observada uma redução de 9% no número de acidentes com feridos ou acidentes com grau de lesão não especificado. Nenhum dos resultados é estatisticamente significativo. No entanto, os resultados indicam que certo grau de imprevisibilidade é necessário para que os controles possam ter algum impacto. Diamantopoulou e Cameron (2002) apontaram que é possível alcançar um impacto maior com uma combinação entre o controle visível e o oculto.

Todos os resultados fazem referência às áreas em que são feitos os controles de velocidade com a viatura em movimento. Os impactos nos acidentes foram pesquisados no mesmo dia em que os controles de velocidade foram feitos, assim como cinco dias depois. Diamantopoulou et al. (1998) indicam que o impacto foi maior alguns dias após a execução do controle de velocidade com a viatura em movimento; não foi observado nenhum impacto posteriormente a quatro dias após o controle.

Relação entre a abrangência do controle e o impacto nos acidentes

Com base nos estudos dos impactos do controle móvel de velocidade (radar móvel com câmera) nos acidentes resumidos na tabela 8.1.1, a figura a seguir mostra uma relação entre a modificação da abrangência do controle e a modificação no número de acidentes. A relação entre a modificação da abrangência do controle e o impacto nos acidentes não é clara, principalmente com relação a acidentes com vítimas fatais ou feridos graves. Com relação a acidentes com vítimas ou gravidade não especificada, a relação é menos nítida ainda.

TABELA 8.1.2: IMPACTO DO CONTROLE DE VELOCIDADE COM VIATURA POLICIAL EM MOVIMENTO NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Tipo de controles de velocidade	Variação percentual no número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todos (visível e oculto)	Não especificada/com vítimas	-2	(-9; +5)
Visível	Não especificada/com vítimas	-2	(-9; +6)
Oculto	Não especificada/com vítimas	-9	(-38; +33)
Visível	Acidentes com vítimas fatais	-13	(-57; +74)

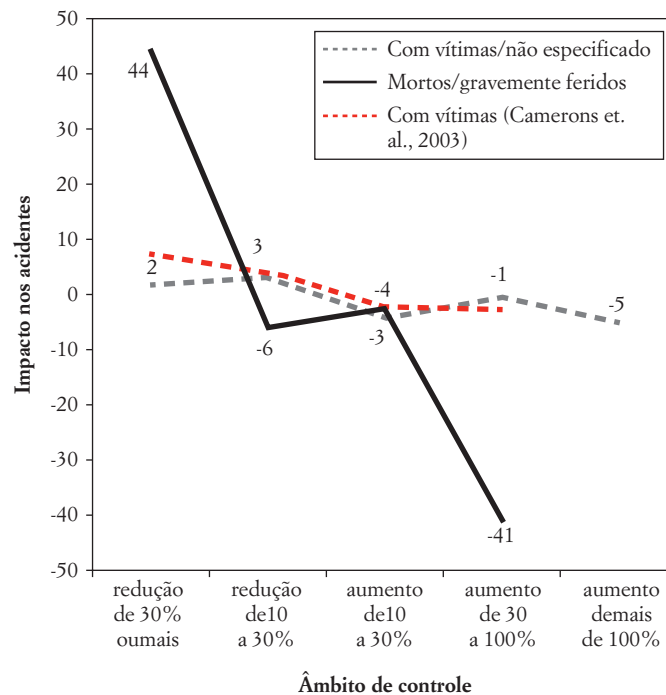


Figura 8.1.1: Relação entre a modificação da abrangência do controle e a modificação no número de acidentes.

Elvik (2011) pesquisou a relação entre a abrangência do controle e o impacto no número de acidentes com base nos estudos de diferentes tipos de controles de velocidade, dos quais alguns, mas não todos, fazem parte do cálculo do impacto total no número de acidentes descrito nos parágrafos anteriores. Os resultados mostram que a relação entre a abrangência do controle e o impacto nos acidentes é mais bem descrita em uma ou duas funções apresentadas na figura 8.1.2. A figura mostra que uma duplicação da abrangência do controle acarreta uma queda média no número de acidentes de 20%, ao passo que uma multiplicação em 5 vezes pode acarretar uma redução entre 29 e 40%, e o aumento de 10 vezes pode levar a uma redução entre 33 e 57% (ambas as funções descrevem estes dados também). Os resultados referem-se a diferentes tipos de controle de velocidade (patrulhamento com viaturas policiais e controle de velocidade móvel tanto visível quanto oculto) e são utilizados diferentes indicadores da abrangência do controle (entre outros, o número de horas de controle, o número de veículos inspecionados e o número de multas de velocidade). A figura 8.1.2 também mostra a modificação estimada no número de acidentes como função da modificação do número de horas de controle oculto de velocidade e do número de acidentes, com base no estudo de Bobevski et al. (2007). De acordo com Bobevski

et al. (2007), um aumento do número de horas de controle por câmera de 1% em uma área com controle oculto de velocidade acarreta uma redução de 0,09% no número de acidentes com vítimas (intervalo de confiança de 95% [-16; -2]).

Tay (2010) pesquisou como o número de horas de controle móvel de velocidade com radar e o número de multas influencia o número de acidentes. Os postos de controle eram visíveis e instalados em diferentes locais (parcialmente divulgados e parcialmente imprevisíveis) por toda uma cidade. Os resultados mostram que tanto o número de horas de controle quanto o número de multas influenciam o número de acidentes e que o impacto do número de multas se acrescenta ao impacto do número de horas de controle; isso quer dizer que os controles de velocidade são mais efetivos quanto mais controles forem realizados e quanto mais multas de velocidades forem emitidas.

Impacto na velocidade

O controle de velocidade pode reduzir a velocidade média e geralmente tem grande impacto na porcentagem daqueles que conduzem acima do limite de velocidade (Walter et al., 2011). Nesse estudo,

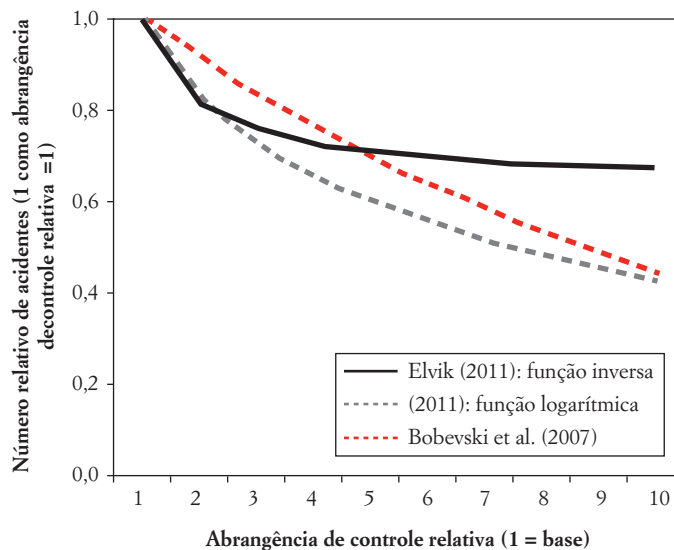


Figura 8.1.2: Relação entre a abrangência do controle (1 = abrangência básica) e número relativo de acidentes (Elvik, 2011).

o controle de velocidade não apresentou nenhum impacto nas outras infrações (como utilização de telefone celular ou não-utilização do cinto de segurança, por exemplo).

O risco subjetivo de ser flagrado mostrou, em uma série de estudos, ser mais efetivo para a redução da velocidade que, por exemplo, uma grande quantidade de multas ou campanhas informativas. Um estudo norueguês (Ryeng, 2012) mostrou que o aumento na quantidade de horas de fiscalização policial provavelmente é efetivo na redução da velocidade, ao passo que o aumento de multas pode ter impactos relativamente pequenos. O mesmo estudo mostrou que a maioria dos condutores tem uma ideia totalmente não realista da quantidade de horas de fiscalização realizada. Geralmente a quantidade de horas de fiscalização policial é bastante subestimada em trechos que, na realidade, possuem muita fiscalização policial (estima-se que ela ocorra 12 horas por mês, mas na realidade ocorre entre 71 e 88 horas por mês). Por outro lado, estima-se que a quantidade de horas de fiscalização seja superestimada em trechos sem fiscalização policial (estima-se de 7 a 12 horas por mês). Isso também vale para os condutores que dirigem muito nos trechos ou que viram a fiscalização policial duas ou mais vezes; mesmo assim, estes tiveram estimativas um pouco melhores que os outros. Estudos mais antigos, por outro lado, apontaram que, em trechos com mais horas de fiscalização policial, os condutores estão sujeitos a um maior risco subjetivo de serem flagrados que os condutores em trechos com pouca fiscalização policial (Åberg, 1998).

Impacto na mobilidade

Muitos estudos mostraram que a velocidade diminui quando o número de controles de velocidade aumenta. A redução da velocidade pode durar até um ano após um período com controle intensivo, dependendo da forma de fiscalização e da frequência com que a fiscalização é realizada após o encerramento do período de fiscalização intensiva (Vaa, 1993).

Impacto no meio ambiente

Velocidades mais baixas reduzem o ruído, o consumo de combustível e, por consequência, a emissão de gases.

Custos

Não foram encontrados números atuais para o custo de realização de controles de velocidade.

Avaliações de custo-benefício

Em uma análise de diferentes estratégias para melhorar a segurança no trânsito na Noruega (Elvik, 2007), avaliou-se que uma duplicação do número de controles de velocidade teria uma relação de custo-benefício de 2,0, que uma triplicação teria uma relação de 1,5 e que uma quintuplicação teria uma relação de custo-benefício de 1,0.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O Ministério da Justiça é responsável pelo controle de velocidade e pode tomar iniciativas para o fortalecimento e o aumento das atividades de fiscalização. O Ministério também pode desenvolver o planejamento em longo prazo para as atividades de fiscalização policial com viaturas em movimento em locais designados como áreas especiais de atuação.

Requisitos e procedimentos formais

A exigência técnica para os equipamentos de medição de velocidade e as regras de utilização dos mesmos são determinadas pelo Ministério da Justiça. A base legal para o controle de velocidade encontra-se no Código de Trânsito § 10. As regras específicas para a fiscalização policial são fornecidas em instruções da Chefia de Policiamento para patrulhas de policiamento móvel e em notas do Ministério da Justiça.

Responsabilidade pela execução da medida

A chefia central de policiamento elabora um planejamento anual de atividades principais, em que se determina como o patrulhamento será distribuído entre os 9 distritos do policiamento (UP) e, com isso, qual a capacidade de fiscalização em diferentes partes do país. Cada distrito de policiamento (UP) é dirigido por um chefe do distrito, que é responsável pelo planejamento prático da atividade de fiscalização. A polícia local em cada um dos 27 distritos policiais do país executará a fiscalização de tráfego muitas vezes por ano. A frequência da fiscalização de trânsito da polícia local é determinada em instruções para o controle policial. A chefia de policiamento pode coordenar as fiscalizações com as fiscalizações da polícia local. As despesas com o controle de velocidade são cobertas pelo orçamento geral do Estado.

8.2 CONTROLE AUTOMÁTICO DE VELOCIDADE

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2014

Com o controle automático de velocidade (CAV), a velocidade é controlada por meio de radares eletrônicos – sem presença policial. Em caso de ex-

cesso de velocidade, o veículo e o condutor serão fotografados e a polícia pode aplicar uma multa. Com o CAV pontual, a velocidade é medida em um ponto – por sentido. O CAV pontual mostrou reduzir a velocidade de condução em 6-15% em comparação ao radar eletrônico. A redução de velocidade diminuiu gradualmente de 2 a 3 km após o radar eletrônico. O número de acidentes com vítimas pode ser reduzido em até 18% - comparando-se com o radar eletrônico. Com o CAV de trecho, é medida a velocidade média entre dois radares eletrônicos. Com relação aos acidentes com vítimas, constatou-se uma redução de 30% em média e, com relação às vítimas fatais ou aos feridos graves, ocorreu uma redução de 56%. Tanto o CAV pontual quanto o de trecho mostraram ter um grande impacto sobre o número de acidentes que seria esperado com base na redução de velocidade. Com o controle automático de velocidade combinado ao controle de avanço de sinal vermelho (que não é utilizado na Noruega atualmente), tanto o veículo que avançar o sinal vermelho quanto aquele em excesso de velocidade serão fotografados. A medida provavelmente reduz o número de acidentes com vítimas, especialmente as colisões laterais; no entanto, o número de colisões traseiras tende a aumentar.

Problema e finalidades

Dirigir acima do limite de velocidade é provavelmente a infração de trânsito mais comum entre os condutores. Mesmo assim, apenas uma pequena porcentagem de todas as infrações de velocidade é descoberta e punida por meio de pagamento de multas ou outras penalidades. De 2004 até 2006, foi estimado que em torno de 12 a 14 infrações de excesso de velocidade por milhão de quilômetros percorridos acima do limite de velocidade foram detectadas pela polícia (Elvik, 2010). O risco de infração diminuiu entre 1970 e 1980. Em seguida, aumentou novamente. Mas todo o aumento pode ser atribuído ao aumento do uso do controle automático de velocidade (CAV) com radares fotográficos eletrônicos. Uma porcentagem de queda das infrações de velocidade é detectada pela fiscalização policial. A polícia visa controlar em maior grau as infrações mais graves de velocidade. De acordo com as análises do Ulykkesanalysegruppen, na Noruega (Haldorsen, 2013) a alta velocidade foi o fator responsável por, em média, 45% de todos os acidentes fatais de 2005 até 2012 (isso compreende tanto o excesso de velocidade de acordo com as condições quanto a velocidade de fato acima de seu limite legal). O CAV tem

como finalidade reduzir as infrações por excesso de velocidade e, com isso, o número de acidentes (graves) em trechos de velocidade elevada.

Descrição da medida

De um modo geral, o controle automático de velocidade (CAV) visa à observação e ao registro de infrações de trânsito e à identificação automática do veículo/conductor, sem a necessidade da presença física da polícia no local. A identificação ocorre por meio da fotografia do veículo e do conductor. Na Noruega o veículo e o conductor são fotografados pela frente e o CAV compreende apenas o controle de velocidade (não inclui, por exemplo, o controle de avanço de sinal vermelho). O **CAV pontual** é um radar eletrônico fotográfico instalado em cada sentido de condução que mede a velocidade em um ponto exato. O CAV pontual foi utilizado em grande escala pela primeira vez no ano de 1989, em Victoria, Austrália (Belin et al., 2010). O **CAV de trecho** consiste em dois radares eletrônicos fotográficos instalados a certa distância um do outro, de modo que se mede a velocidade média entre eles a partir do tempo de viagem entre o primeiro e o segundo dispositivos. Os radares são geralmente bem visíveis, e os trechos com o CAV são indicados por placas (na Noruega e em outros países).

Na Noruega, o CAV pontual foi introduzido em junho de 1988 na rodovia federal E18, no trecho de Telemark (Glad & Østvik, 1991). Em 2012 havia aproximadamente 366 radares eletrônicos fotográficos ao longo das rodovias norueguesas. Além disso, havia o CAV de trecho no mínimo em 11 trechos, dos quais muitos se encontravam em túneis. Na Noruega apenas o conductor pode ser responsável por eventuais infrações de velocidade. Em alguns países, o proprietário do veículo pode ser responsável se o conductor não for identificado.

Entre os critérios para a instalação do CAV na Noruega estão a velocidade média no trecho (quando está acima do limite de velocidade) e os custos gerados por acidentes (quando superiores a 30% do que se entende como padrão em trechos semelhantes). Se apenas um dos critérios for satisfeito, o CAV também poderá ser implantado, caso este critério seja atendido com uma boa margem e se a redução esperada dos custos gerados por acidentes for maior que os custos para a instalação, operação e manutenção do CAV. Além disso, os seguintes critérios devem ser seguidos para estabelecer o CAV

de trecho: o trecho deve ter cerca de 2 a 10 km; o limite de velocidade deve ser igual em todo o trecho; não pode haver nenhuma interseção no trecho com VDMA > 250 veículos na via lateral, e a geometria do trecho deve possibilitar que se conduza acima do limite de velocidade em todo ele (Statens vegvesen & Politiet, 2009).

Impacto sobre os acidentes

CAV pontual

Os impactos do CAV pontual no número de acidentes foram avaliados pelos seguintes estudos:

Oei & Polak, 1992 (Países Baixos);
 Elvik, 1997 (Noruega);
 DfT, 1997 (Grã-Bretanha);
 Tay, 2000 (Nova Zelândia);
 Hess, 2004 (Grã-Bretanha);
 Mountain, Hirst & Maher, 2004 (Grã-Bretanha);
 ARRB, 2005 (Austrália);
 Pérez et al., 2007 (Espanha);
 Shin et al., 2009 (EUA);
 Larsson & Bruede, 2010 (Suécia);
 Novoa et al., 2010 (Espanha);
 Li et al., 2013 (Grã-Bretanha);
 Newstead & Cameron, 2013 (Austrália);
 Skubic et al., 2013 (EUA) e
 DePauw et al., 2014 (Bélgica).

Os resultados estão resumidos na tabela 8.2.1 e fazem referência a todos os tipos de acidentes. Os estudos utilizaram diferentes distâncias de percurso na avaliação e as distâncias mais longas são de até 10 km. A maioria dos estudos, entretanto, não especificou a distância do percurso. No seu conjunto, foi encontrada uma redução do número de acidentes com vítimas ou com gravidade não especificada de 20% e uma redução do número de vítimas fatais de 51%. Ambos os resultados são estatisticamente significativos. O resultado relacionado aos acidentes com vítimas ou com gravidade não especificada não parece ter sido influenciado pelo fenômeno da regressão para a média ou pelo viés de publicação. O resultado relacionado ao número de vítimas fatais é baseado em estudos que não consideraram os possíveis impactos da regressão para a média. Caso se suponha que o CAV pontual tenha sido instalado, geralmente em trechos com muitos acidentes graves, uma parcela da queda de acidentes fatais pode ser atribuída ao impacto da regressão à média. O impacto tende a ser, entretanto, da mesma magni-

tude que o impacto esperado sobre a velocidade, conforme explicam os parágrafos a seguir.

A parte inferior da tabela 8.2.1 mostra os resultados de estudos que indicam os impactos sobre o número de acidentes com vítimas em diferentes intervalos antes e depois da instalação do radar eletrônico. Quanto maior for a distância até o radar eletrônico, menor é a redução do número de acidentes. O CAV pontual não parece ter impacto significativo algum sobre os acidentes a mais de 1 km do radar eletrônico (em ambos os sentidos). É incerto porque o impacto total sobre todos os trechos não é menor que aquele encontrado junto aos radares eletrônicos. Uma possível explicação é que a redução do número de acidentes com vítimas em 20% seja algo superestimado.

A maioria dos radares eletrônicos é indicada por placas e costumam ser bem visíveis. Não é possível pesquisar, com base nos estudos considerados, como a sinalização e a visibilidade têm impacto sobre a eficácia do dispositivo.

Para investigar se a redução do volume de tráfego em trechos com CAV pontual pode explicar em parte a queda na accidentalidade, foram comparados os resultados dos estudos considerados em relação ao volume de tráfego em trechos com CAV e os resultados de outros estudos. Se o volume de tráfego tivesse sido reduzido, de uma forma geral os estudos que consideram o volume de tráfego em trechos com CAV deveriam ter encontrado um impacto menor que o das outras pesquisas. Entretanto, não é este o caso. Em um estudo da Grã-Bretanha, foi encontrada uma queda do volume de tráfego em trechos com CAV pontual após sua instalação, algo que pode ser explicado pelo fato de que alguns escolhem dirigir por outras rotas para evitar os radares eletrônicos (Mountain et al., 2004). Até que ponto esse impacto pode ser generalizado é incerto e provavelmente depende da rede rodoviária (ou seja, da facilidade de encontrar rotas alternativas).

CAV pontual – impactos na velocidade

Foram encontrados muitos estudos que pesquisaram o impacto do CAV pontual na velocidade tanto junto ao radar eletrônico quanto a diferentes distâncias antes e após o radar:

- Ali et al., 1997 (Kuwait);
- Keenan, 2002 (Grã-Bretanha);
- Ragnøy et al., 2002 (Noruega);
- Andersson & Larsson, 2005 (Suécia);
- Mountain et al., 2004 (Grã-Bretanha);
- ARRB, 2005 (Austrália);
- Retting et al., 2008 (EUA);
- Shin et al., 2009 (EUA);
- Vägverket, 2009 (Suécia);
- Hels et al., 2010 (Dinamarca) e
- Brassøe et al., 2011 (Grã-Bretanha).

Com base nesses estudos, a figura 8.2.1 mostra a redução da velocidade média medida a diferentes distâncias do radar eletrônico com CAV pontual. O panorama aponta que a redução de velocidade, conforme era esperado, é maior junto ao radar eletrônico e que ela diminui gradativamente nos primeiros 500 metros após o radar. Junto ao radar, foram encontradas reduções de 6 a 15% na velocidade na maioria dos estudos. Nas análises de Keenan (2002) e Ragnøy (2002), as medições de velocidade apontaram que a maioria dos condutores freia 50 a 100 metros antes do radar e acelera 100 a 200 metros após o mesmo. O fato de parecer que há uma redução da velocidade em uma distância de 2 km ou mais após o radar eletrônico se deve aos resultados da Suécia, em cujo estudo as medições de velocidade foram realizadas em trechos com vários radares. Na maioria dos estudos, o impacto foi reduzido a cerca de zero entre 500 e 2.000 metros a jusante do radar.

Nenhum dos resultados aponta para o fato de que a velocidade aumenta em maiores distâncias do radar eletrônico, algo que pode ser esperado se

TABELA 8.2.1: IMPACTO DO CAV PONTUAL SOBRE OS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES:

Distância do percurso	Variação porcentual do número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todos (entre 0,5 e 10 km do radar eletrônico)	Com vítimas/não especificada	-20	(-25; -14)
	Vítimas fatais	-51	(-72; -12)
Até 250 metros do radar	com vítimas/ não especificada	-18	(-37; +6)
De 250 metros até 500 metros do radar	com vítimas/ não especificada	-12	(-20; -3)
De 500 metros até 1 km do radar	com vítimas/ não especificada	-8	(-25; +12)
Mais de 1 km do radar	com vítimas/ não especificada	-4	(-24; +21)

os condutores quiserem compensar a redução da velocidade junto ao radar (Shin et al., 2009). O estudo norueguês (Ragnøy, 2002) apontou que a velocidade também é reduzida em um trecho em torno de 3,4 km de extensão após o radar, mas em menor grau que junto ao mesmo.

A taxa daqueles que conduzem acima do limite de velocidade diminui em média em 63%. Há uma grande variação nas taxas daqueles que dirigiam acima do limite de velocidade antes de o CAV ser instalado. A queda dessa taxa é maior quanto mais frequente tiver sido a condução acima do limite de velocidade antes da instalação do CAV. A taxa média de condução acima do limite de velocidade é de 19% com o CAV e de 52% sem o CAV. No estudo de ARRB (2005), a redução se anulou um a dois anos após a instalação do CAV. Vägverket (2009) apontou que os veículos de passeio em média reduzem mais a velocidade que os veículos pesados.

Além disso, a figura 8.2.1 indica o impacto no número de acidentes com vítimas (PSU), que foi avaliado a partir do impacto médio sobre a velocidade, com o auxílio de um modelo de potência (Elvik, 2009) e a partir do impacto no número de acidentes com vítimas detectado em estudos empíricos resumidos, que são apresentados na tabela 8.2.1. No geral, os resultados estão relativamente de acordo, mas os impactos

nos acidentes com vítimas detectados empiricamente são, em sua maioria, maiores que os impactos que foram detectados a partir dos impactos na velocidade. Uma redução de velocidade de 11% corresponderia, de acordo com o modelo de potência, a uma redução de 17% no número de acidentes com vítimas e a uma redução de 54% nas vítimas fatais.

CAV de trecho

Foram encontrados quatro estudos que pesquisaram o impacto do CAV de trecho no número de acidentes:

Stefan & Winkelbauer, 2005 (Áustria);
Brassøe et al., 2011 (Grã-Bretanha);
Montella et al., 2012 (Itália) e
Broughton et al., 2012 (Escócia).

Em média, constatou-se uma redução no número de acidentes com vítimas ou gravidade não especificada de 30% (-36; -24) e uma redução no número de vítimas fatais ou feridos graves de 56% (66; -42). Os resultados provavelmente não foram (ou foram apenas em um pequeno grau) influenciados pelos efeitos da regressão para a média. Soole et al. (2013) fazem referência aos resultados de uma sequência de estudos não publicados que compararam o número de acidentes em trechos antes e após a instalação do

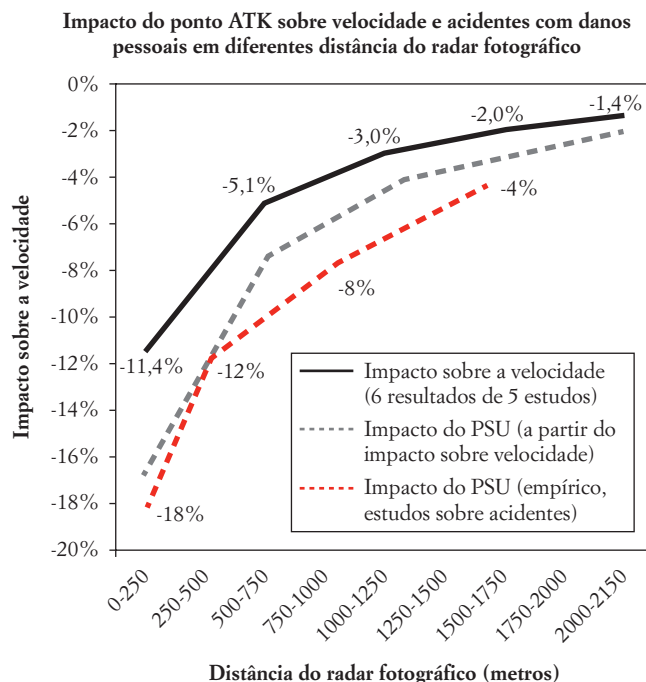


Figura 8.2.1: Impacto do CAV pontual sobre a velocidade e acidentes com vítimas (PSU) para diferentes distâncias em relação ao radar eletrônico.

CAV de trecho. Todos os estudos encontraram grande redução do número de acidentes e de vítimas fatais. A maioria das pesquisas aponta reduções de 20 a 60%; algumas, de até 80%. Entretanto, nenhum dos estudos considerou outros fatores como, por exemplo, as modificações do volume de tráfego ou a tendência de longo prazo dos acidentes. Os resultados de Montella et al. (2012) apontam que o impacto do CAV de trecho diminui no decorrer do tempo.

Nos Países Baixos, a Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland (2003) pesquisou o impacto da introdução do CAV de trecho em uma rodovia cujo limite de velocidade foi simultaneamente reduzido de 100 para 80 km/h. Os resultados apontam que o número de acidentes e de vítimas fatais diminuiu entre 40 e 50%. Não é possível diferenciar o impacto da redução do limite de velocidade e do CAV de trecho.

CAV de trecho – impactos na velocidade

Em uma avaliação sobre o CAV de trecho na Noruega em dois trechos em que anteriormente não havia CAV pontual, encontrou-se uma redução média da velocidade de 11% (Ragnøy, 2011). Esta redução é similar ao impacto médio encontrado no CAV pontual junto aos radares.

Soole et al. (2013) resumiram os resultados de uma série de estudos em que a redução da velocidade média resultou entre 8% e 28%. Via de regra, a velocidade média diminuiu para perto do limite de velocidade (ou um pouco abaixo). A taxa de condutores que dirige acima da velocidade média caiu para abaixo de 1% na maioria dos estudos. A redução percentual daqueles que dirigem dentro do limite de velocidade varia entre os estudos (provavelmente dependente da porcentagem antes da instalação do CAV de trecho); muitos estudos apontam para re-

duções de cerca de 90%. Brassøe et al. (2001) constataram uma redução média de 7,5% na velocidade média em trechos com CAV de trecho.

Combinação de controle automático de velocidade e avanço do sinal vermelho

Os impactos da combinação de controle automático de velocidade e avanço do sinal vermelho foram pesquisados nos seguintes estudos:

- Brimson & Anderson, 2002 (Austrália);
- Nuyts, 2006 (Países Baixos);
- Budd et al., 2011 (Austrália);
- DePauw et al., 2013 (Bélgica);
- Vanlaar et al., 2014 (Canadá).

Os resultados estão resumidos na tabela 8.2.2 e indicam que o número total de acidentes, especialmente os acidentes graves e o número de colisões laterais, podem ser reduzidos, mesmo que a maioria dos resultados não seja estatisticamente significativo. Um estudo comparou o impacto no número total de acidentes e em acidentes que envolvem pelo menos um veículo em uma das aproximações da interseção equipada com a câmera. Este estudo constatou uma grande e significativa redução no número de acidentes (-47%) em um dos acessos da interseção equipada com câmera, ao passo que o impacto no número total de acidentes é menor e não significativo estatisticamente. Os estudos restantes não especificaram se todos os acidentes na interseção fazem parte da análise ou se todas as aproximações da interseção foram equipadas com a câmera. O número total de acidentes de colisão na traseira parece aumentar, algo que também foi observado nos estudos do controle de avanço de sinal vermelho (sem controle de velocidade). Há poucas informações para que se possa investigar até que ponto os resultados podem

TABELA 8.2.2: IMPACTO DO CONTROLE AUTOMÁTICO DE AVANÇO SINAL VERMELHO COMBINADO AO CONTROLE AUTOMÁTICO DE VELOCIDADE NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Tipos de acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Gravidade do acidente	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todos	Acidentes com vítimas/ não especificada	-9	(-22; +5)
Todos	Vítimas fatais ou feridos graves	-14	(-27; +1)
Acidentes com veículos na aproximação da interseção com câmera	Acidentes com vítimas/ não especificada	-47	(-56; -36)
Colisões laterais	Acidentes com vítimas/ não especificada	-23	(-44; +6)
Colisões laterais	Vítimas fatais ou feridos graves	-32	(-43; -18)
Colisões traseiras	Acidentes com vítimas/ não especificada	+21	(-14; +70)

ser influenciados pelos impactos da regressão para a média ou por viés de publicação.

Impacto na mobilidade

Tanto o CAV de trecho quanto o CAV pontual reduzem a velocidade média. O CAV pontual reduz a velocidade em média em 3,5% junto ao radar eletrônico e em 3% após o dispositivo. O CAV de trecho reduz a velocidade em um trecho em que anteriormente não havia um CAV pontual em torno de 11%. Esta redução vigora em todo o trecho com este tipo de CAV, assim como 1 km após o radar localizado no final do trecho. Quanto maior a velocidade antes da instalação dos radares eletrônicos, maior será sua redução (Ragnøy, 2011).

Impacto no meio ambiente

Tanto o CAV de trecho quanto o CAV pontual podem reduzir o consumo de combustível e o ruído, já que as iniciativas reduzem o número de veículos conduzidos em alta velocidade. O CAV pontual parece, entretanto, fazer com que uma parte dos condutores freie ao lado do radar e acelere logo em seguida (kengurukjøring; Winnet, 1994; Amundsen, 1996). Este modo de condução acarreta um aumento nos níveis de ruído, no consumo de combustível e na emissão de gases. Este impacto é menos característico do CAV de trecho que do CAV pontual. O CAV de trecho tem, dessa maneira, impactos ecologicamente mais favoráveis que o CAV pontual. Não foram encontrados estudos que quantificaram esses impactos.

Custos

Os custos para o CAV são avaliados da seguinte forma pela Direção Geral da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, (2003):

- instalação de radar eletrônico: NOK 87.000;
- instalação de câmera digital: NOK 320.000;
- custos da operação anual por câmera: NOK 100.000.

Avaliações de custo-benefício

Na Noruega um dos critérios para estabelecer o CAV de trecho ou o CAV pontual é que a redução esperada dos custos de acidentes seja maior que os custos da medida. Com isso, o CAV instalado com base neste critério será socioeconomicamente van-

tajoso se a possível redução dos custos de acidentes for pelo menos igual à esperada.

Um estudo realizado pela ICF Consulting (2003) apontou que seria socioeconomicamente vantajoso (uma relação de custo benefício de 5,9) se o CAV pontual fosse instalado em todos os países da UE com a mesma densidade que na Grã-Bretanha. A Grã-Bretanha era, em 2003, o país com o maior número de radares eletrônicos por quilômetro.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Os departamentos de viação da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega devem tomar a iniciativa para a instalação do CAV. Em cada caso a implantação é avaliada em conjunto com a polícia local.

Requisitos e procedimentos formais

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega elaborou critérios (2009) que devem ser seguidos para a instalação do CAV. Os critérios são relativos à redução esperada dos custos de acidentes, à velocidade média medida e ao benefício para a segurança no trânsito. Com relação ao CAV de trecho, há critérios suplementares estabelecidos.

Responsabilidade pela execução da medida

A Direção Geral de Viação, em seus escritórios regionais, controla a manutenção e a operação diária, ao passo que as autoridades policiais e jurídicas avaliam as multas com base nas fotos coletadas. A polícia determina a abrangência da vigilância e o período das fiscalizações.

8.3 CONTROLE DO USO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Capítulo revisado por Alena Høyve (TØI) em 2009

Problema e finalidades

Muitos estudos apontaram que o risco de ser morto ou ferido em um acidente de automóvel foi am-

plamente reduzido pelo uso do cinto de segurança. Análises sobre o uso do cinto de segurança mostram que o risco de ser gravemente ferido ou morto pode ser reduzido em 45-50% com o uso do cinto de segurança. É uma meta importante na segurança do tráfego, portanto, que o maior número possível de usuários utilize o cinto de segurança e as cadeirinhas para as crianças nas viagens de automóvel.

As experiências com a introdução na Noruega no período de 1975 a 1979 de multas relacionadas às exigências do uso do cinto de segurança são um bom exemplo de que as regras de trânsito devem ser estabelecidas de modo a serem respeitadas (Fosser, Vaa e Torp, 1992). Em 2006, a taxa dos que utilizavam cinto de segurança era de 94% nas áreas rurais; de 84% nas áreas urbanas, e de 91% nas rodovias. Elvik e Christensen (2004) estimaram que os aumentos dos valores das multas foram em média de NOK 100, o que levou a um aumento do uso do cinto de segurança em 4,9% em áreas rurais e 12,5% em áreas urbanas. Isso se aplica ao período entre 1975 e 2003. Estes impactos podem ser, em parte, devido ao aumento da fiscalização no mesmo período de tempo. Um aumento da fiscalização referente aos equipamentos de proteção individual é provavelmente a medida mais importante e efetiva para aumentar ainda mais o uso do cinto de segurança na Noruega.

Outros países atingiram taxas de uso ainda mais elevadas (Hagenzieker, 1991; Vaa, 1996). A experiência da Alemanha mostrou que é impossível atingir uma taxa acima de 96%, 97% e 99% para o uso do cinto de segurança, respectivamente, nas áreas urbanas, rurais e rodovias. A Inglaterra também alcançou taxas elevadas do uso do cinto de segurança: 92% em áreas urbanas e 95% em áreas rurais (Broughton, 1991).

Na prática, um aumento da fiscalização não eleva o uso do cinto de segurança a 100% (Vaa, 1996). A exigência do uso do cinto de segurança em vigor atualmente estabelece que o uso do cinto de segurança é compulsório apenas quando disponível no veículo. Veículos antigos (com mais de 30 anos) e anteriores a 1971 estão isentos dessas exigências (Fosser, Vaa e Torp, 1992). A exigência do uso do cinto de segurança pode ser dispensada se essa necessidade for documentada por certificação médica. Não se sabe atualmente qual a taxa desses grupos no total de usuários. A taxa de utilização máxima possível estimada na Noruega é em torno de 95% (Vaa, 1996).

A finalidade do controle dos equipamentos de proteção individual é aumentar a segurança com o uso do cinto de segurança entre condutores e passageiros nos veículos, para que seja possível reduzir o número de vítimas.

Descrição da medida

É obrigatória a utilização do cinto de segurança quando este está instalado no banco do veículo. Esta instrução data de 1988. Antes de 1988, a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança expandiu-se gradualmente. Até 1985, as exigências direcionavam-se apenas aos passageiros dos bancos dianteiros em veículos leves. Em 1985, o uso do cinto de segurança para adultos também passou a ser exigido nos bancos traseiros. Em 1988, prezou-se pela segurança das crianças nos veículos e o uso do cinto passou a ser obrigatório, independente da localização do assento.

O controle do uso do cinto de segurança é realizado pela polícia e pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Se o usuário não estiver usando o cinto de segurança, poderá ser cobrada uma multa de NOK 1.500 pela irregularidade. O condutor é responsável pela segurança dos passageiros com idade inferior à de responsabilidade criminal (15 anos), mas nesse caso só é cobrada uma multa, mesmo que mais de uma criança com menos de 15 anos não esteja utilizando o cinto de segurança.

Muitas vezes o controle do uso do cinto de segurança é realizado em postos de controle estacionário nas rodovias, onde os condutores que não estiverem usando o cinto são abordados e multados. No entanto, o patrulhamento policial móvel também pode abordar os condutores que não estiverem usando o cinto de segurança. Um pré-requisito para programar esses controles é que o não-uso do cinto faz com que a polícia ou uma autoridade da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tenham a oportunidade de abordar um condutor, mesmo que não haja suspeitas de outros crimes (a chamada “razão primária”). Em muitos estados dos EUA, os condutores só podiam ser parados pela polícia se houvesse uma segunda irregularidade (como excesso de velocidade, por exemplo). O não-uso do cinto de segurança era ilegal, mas não um motivo suficiente para parar os condutores (a chamada “lei secundária do uso do cinto”). A transição da lei secundária para a primária resultou em um aumento

da taxa de condutores que utilizam o cinto de segurança (Shults et al., 2004).

O controle do uso do cinto de segurança é realizado geralmente em conjunto com outros tipos de fiscalização (como controle de velocidade, por exemplo) e geralmente é sincronizado com informações na mídia ou campanhas. Um exemplo é o chamado “Programa STEP” (“Programa de Fiscalização Seletiva do Trânsito”) dos Estados Unidos e do Canadá. O STEP inclui tanto campanhas informativas quanto a fiscalização policial de várias infrações (Vaa, 1996).

Outro exemplo de campanha é a “Clique aqui ou compre seu ticket”, que possui um grande foco em reforçar o patrulhamento policial, essa iniciativa levou a um aumento na taxa de condutores que utilizam o cinto de segurança de 17% (de 81% a 95%) em Washington durante três anos, de 2001 a 2003 (Salzberg & Moffat, 2004).

Impacto sobre os acidentes

O controle do uso da proteção individual tem como finalidade aumentar o uso de equipamentos de proteção individual, visando à redução do número de pessoas (seriamente) feridas ou mortas em acidentes de trânsito. A avaliação da medida não se limita à análise do número de acidentes. Vários estudos pesquisaram os impactos do controle sobre o uso do cinto de segurança; também podem-se encontrar estudos em que foram pesquisados os impactos no número de mortes.

Os impactos do controle do uso do cinto de segurança no uso do cinto de segurança: equipamentos de proteção individual incluem cintos de segurança, sistemas de retenção para crianças e capacetes. Entretanto, nenhum estudo analisou o controle do uso do capacete e os impactos na taxa de seu uso. Os impactos do controle do uso do cinto de segurança na taxa de uso do cinto de segurança foi pesquisado nos seguintes estudos:

Gundy, 1986 (Países Baixos);
 Gras & Noordzij, 1987 (Países Baixos);
 Lund, Stuster & Fleming, 1989 (Países Baixos);
 Vissers, 1989 (Países Baixos);
 Dosselaar, van Winterink & Benjamins, 1988 (Países Baixos);
 Beke, 1990 (Países Baixos);
 Reinfurt, Campbell, Stewart & Stutts, 1990 (EUA);
 Hagenzieker, 1991 (Austrália);

Vissers, 1991 (Canadá);
 Mathijssen, 1992 (Países Baixos);
 Streff, Molnar & Carl, 1992 (EUA);
 Wells, Preusser & Williams, 1992 (EUA);
 Kaye, Sapolsky & Montgomery, 1995 (EUA);
 Salzberg e Moffat, 2004 (EUA);
 Geary, Ledingham & Maloney, 2005 (EUA) e
 Nuyts e Vesentini, 2006 (Bélgica).

Os resultados, resumidos na tabela 8.3.1, consistem em dados para o período anterior à obrigatoriedade do uso do cinto de segurança e para o período depois dela.

Quando os resultados de todos os estudos são analisados em conjunto, observa-se um aumento do uso do cinto de segurança de 21% durante o período de controle e de 15% no período seguinte. Embora o impacto seja menor no período depois da obrigatoriedade que no período durante a mesma, em todos os grupos observa-se que todos os impactos são estatisticamente significativos. Uma análise mais detalhada dos resultados sugere que não há impacto do viés de publicação.

Os impactos no controle do uso do cinto de segurança parecem ser influenciados por vários fatores. Os impactos são maiores nos estudos que não utilizaram grupos de controle do que nos estudos que utilizaram os grupos de controle ou em outros modos de controle de interferência. Isso sugere que o impacto nos outros subgrupos de estudos pode ser superestimado. O modo como os vários fatores afetam o impacto (isto é, em qual dos subgrupos foram encontrados os maiores impactos) não deve ser afetado pela qualidade metodológica dos estudos.

Os resultados posteriores indicam que o impacto é maior à noite que durante o dia. Uma possível explicação para este resultado é que o uso do cinto de segurança é geralmente menor à noite que de dia.

O impacto parece ser maior quando a extensão do controle do uso do cinto de segurança aumenta em vez de quando se introduz um novo tipo de controle para o uso do cinto de segurança. Isso pode ocorrer porque os impactos encontrados foram menores em avaliações de programas de controle abrangentes que em avaliações em que se controlava exclusivamente o uso do cinto de segurança.

Quando os pontos de controle não são sinalizados, verifica-se um maior impacto que quando os pontos de controle são sinalizados.

TABELA 8.3.1: OS IMPACTOS DO CONTROLE DO USO DO CINTO DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO DO CINTO DE SEGURANÇA. VARIAÇÃO DO PORCENTUAL DE USO.

	Variação do percentual de uso			
	Antes – Durante		Antes – Depois	
	Melhor estimativa	Intervalo de confiança	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todos	+21	(+16; +27)	+15	(+10; +20)
Sem grupo de controle	+38	(+10; +73)	+11	(+1; +23)
Com grupo de controle	+20	(+14; +26)	+17	(+11; +22)
Período noturno	+40	(+31; +50)	+12	(0; +26)
Período diurno	+11	(+3; +19)	+10	(+4; +17)
Aumento do controle do uso do cinto de segurança	+30	(+18; +44)	+19	(+11; +28)
Alteração do modo de controle	+18	(+12; +25)	+12	(+7; +16)
Controle do uso do cinto de segurança combinado com				
- Campanha	+24	(+17; +31)	+20	(+13; +28)
- Informação local	+21	(+12; +31)	+17	(+7; +28)
- Programa global	+17	(+10; +25)	+9	(+6; +12)
- Não há outras medidas			-13	(-19; -8)
Ponto de verificação não sinalizado	+21	(+14; +27)	+19	(+13; +25)
Ponto de verificação sinalizado	+11	(+2; +21)	+9	(+1; +17)

A sinalização *versus* a não sinalização foi utilizada como um indicador de o quão visível são os pontos de controle. Via de regra, acredita-se que o controle policial tenha maior impacto quando o controle é visível aos condutores (Zaal, 1994). Com relação ao controle do uso do cinto de segurança, é possível que os condutores, diferentemente de outras formas de controle, pensem que poderão colocar o cinto de segurança quando eles veem um ponto de controle sinalizado (Erke e Vaa, 2008).

Os impactos não parecem variar para os diferentes grupos de ocupantes (passageiros–condutores, passageiros dianteiros e passageiros traseiros).

A mudança na taxa de utilização é geralmente maior quando a taxa de utilização do cinto de segurança é menor antes de o controle ser introduzido ou intensificado (Shults et al., 2004). Com base nos estudos apresentados anteriormente, a alteração da taxa de utilização é mais elevada (entre 70 e 80%) para uma taxa de utilização de 20%. Para uma taxa de utilização de mais de 90%, a realização de fiscalização parece não resultar em aumento do uso.

Impactos dos programas de incentivo na taxa de uso do cinto de segurança: os impactos de diferentes campanhas e programas de incentivo na taxa de uso do cinto de segurança foram pesquisados em uma

meta-análise (Hagenzieker e Davidse, 1997). Os resultados mostram um aumento do uso do cinto de segurança de cerca de 10%. Os resultados podem ser impactados pelo viés de publicação, de modo que os impactos podem ter sido superestimados.

Impactos do controle do uso do cinto de segurança no número de acidentes e no número de mortes: dois estudos pesquisaram os impactos no número de acidentes (Wells, Preusser e Williams, 1992; Williams, Reinfurt e Wells, 1996). O controle do uso do cinto de segurança resultou em uma redução de 4%, 6% e 8%, respectivamente, em todos os acidentes, acidentes com mortos e acidentes com feridos. Nenhum dos impactos nos acidentes foi estatisticamente significativo. Salzberg e Moffat (2004) pesquisaram o impacto no número de mortos. Os resultados mostram que o número de mortos diminuiu 13% após a introdução da campanha “Clique aqui e compre o seu ticket” (e o uso do cinto de segurança aumentou 17%). No entanto, não foram examinados outros fatores, e o resultado pode ser em parte devido a uma tendência geral de redução das mortes também por outras medidas de segurança.

Possíveis reduções do número de acidentes devido ao aumento do uso do cinto de segurança: com base na relação entre o controle do uso do cinto de segurança e o uso do cinto de segurança e na relação entre

o uso do cinto de segurança e o número de mortes em acidentes de trânsito, é possível estimar o impacto do aumento do controle do uso do cinto de segurança no número de mortos em acidentes de trânsito. Com base no cenário de acidentes da Noruega, considerando-se que todos utilizem os cintos de segurança, estimou-se que o número de ocupantes de veículos mortos ou gravemente feridos diminuiu em torno de 9% nas áreas urbanas e em torno de 5% nas áreas rurais. O número de indivíduos gravemente feridos poderia diminuir aproximadamente 4% nas áreas urbanas e 2% nas áreas rurais, considerando-se que todos utilizem o cinto de segurança. Este cenário é válido sob a condição de que o uso do cinto de segurança reduz o risco de ser morto ou muito gravemente ferido em torno de 40% e o risco de ser gravemente ferido em 20%.

Um aumento no uso do cinto de segurança atingindo 100% é, entretanto, algo irreal. Deve-se levar em consideração que existem diferenças entre os condutores que continuam a dirigir sem o cinto e aqueles que passaram a utilizá-lo após o aumento do controle do uso. Entre os condutores que não utilizam o cinto de segurança, há vários homens jovens, vários condutores alcoolizados, muitos deles conduzindo em excesso de velocidade e cometendo outras infrações no trânsito, estando mais propensos ao envolvimento em acidentes que aqueles que utilizam o cinto de segurança (Dalgaard et al., 1977; Preusser et al., 1988; Vaa, 1996; Evans, 1987A e 1987B; Kim, Richardson e Li, 1995; Preusser et al., 1988). Os acidentes, de acordo com Hunter et al. (1993), são 35% mais frequentes para este grupo, sendo que o número de multas é 69% maior entre eles que entre os demais condutores.

Se o número de controle do uso do cinto de segurança aumenta, aumenta o uso do cinto de segurança de 87% para 90% em áreas densamente e pouco povoadas, o número de mortos ou feridos muito graves pode ser reduzido em aproximadamente 2% tanto nas áreas urbanas quanto nas áreas rurais. O número de feridos graves poderá ser reduzido em aproximadamente 1% em tanto nas áreas densamente povoadas quanto nas pouco povoadas. Isso se aplica à condição de que o risco de acidentes é 10% maior entre os condutores que não usavam o cinto de segurança, mas que passam a utilizá-lo depois do aumento do número de fiscalizações, e que o risco de acidentes é 40% maior para os condutores que continuam não usando o cinto de segurança.

Os impactos da fiscalização com relação ao uso dos sistemas de retenção para crianças foram pesquisados

por Decina, Temple e Dorer (1994) na Pensilvânia (EUA). Os resultados mostram que o aumento do uso dos sistemas de retenção para crianças foi de 13%, porém estatisticamente não é significativo (-7; +38).

Impacto na mobilidade

Não há informações documentadas acerca do impacto da medida na mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não há informações documentadas acerca do impacto da medida no meio ambiente.

Custos

Os custos orçamentários do controle policial para o uso de equipamentos de proteção individual em 1992 foram estimados em NOK 29,4 milhões. Atualizados para os preços de 1995, totalizam NOK 31,1 milhões, ou um custo social em torno de NOK 37,4 milhões. Isso inclui um patrulhamento policial móvel, os postos policiais e a delegacia de polícia. Em 1996 foram identificadas 56.813 infrações das normas do uso obrigatório dos equipamentos de proteção individual (Utrykningspolitiet, 1997).

Avaliações de custo-benefício

Em um estudo americano, a taxa do uso do cinto de segurança cresceu de 64% para 81% após duas intervenções similares da campanha STEP (por 4 e 3 semanas, respectivamente); a redução no número de acidentes esperada para os acidentes com feridos foi estimada em 365 acidentes e a redução das fatalidades foi de 45 em um período de seis meses após o final do período de intervenção (Williams, Reinfurt e Wells, 1996). A redução do número de acidentes corresponde proporcionalmente a uma redução de 7 e 9%, respectivamente. Estima-se que estas reduções no número de acidentes resultaram em uma economia total de aproximadamente USD 14,6 milhões, ou aproximadamente NOK 108 milhões. A taxa média de uso do cinto de segurança entre condutores de veículos leves em 1995 foi de aproximadamente 79% (Fosser, 1995; Elvik, 1995).

Baseado nas estatísticas de acidentes e nos impactos do aumento do uso do cinto de segurança sobre o

número de mortes e feridos muito graves em acidentes nas rodovias da Noruega, como mostrado acima, calculou-se quanto um aumento no cenário de controle para o uso do cinto de segurança pode custar, sem que seja economicamente inviável. Considera-se que o aumento do nível de controle conduzirá a um aumento do uso do cinto de segurança para 90% nas áreas urbanas e para 96% nas áreas rurais. A quantidade estimada de mortes ou de feridos muito graves evitada e o custo socioeconômico correspondente dos acidentes estão resumidos na tabela 8.3.2. Um exemplo de cálculo é conduzido conforme as seguintes suposições: o uso do cinto de segurança reduz em 40% o risco de ser morto ou muito gravemente ferido em um acidente e em 20% o risco de ser gravemente ferido em um acidente. Supõe-se também que o risco de acidentes seja 40% maior entre os condutores que continuam não usando o cinto de segurança que entre aqueles que já usam o cinto e que os acidentes são 10% mais frequentes entre os condutores que atualmente não usam o cinto de segurança, mas passarão a usá-lo após o cenário de aumento do controle.

Infelizmente muitas pesquisas não informam a intensidade do aumento do controle por trás dos resultados obtidos. No exemplo, estima-se que o aumento do uso do cinto de segurança pode ser alcançado pela triplicação dos controles. As melhores estimativas de economias com relação aos acidentes são de aproximadamente NOK 100 milhões ao ano.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para a mudança do nível de fiscalização do uso de equipamentos de proteção individual (cintos de segurança, sistemas de retenção

para crianças e capacetes) podem ser tomadas por autoridades rodoviárias ou ONGs. As disposições são dadas pelo Ministério das Regulamentações no Código de Trânsito. A iniciativa de controle do uso de equipamentos de proteção individual é tomada pela polícia ou por autoridades rodoviárias.

Requisitos e procedimentos formais

As regras detalhadas do serviço de patrulhamento policial são descritas no GP – 4027 “Instruções para o Serviço Policial do Tráfego”. As diretrizes detalhadas para o controle externo da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega são dadas por uma diretriz de controle externo das estradas públicas. Isso sugere, por exemplo, que os agentes que controlarão o uso de equipamentos de proteção devem passar por um treinamento especial, fornecido pela autoridade viária administrativa regional.

Responsabilidade pela execução da medida

A administração da Polícia de Emergência Central prepara um plano anual de controle. Isso determinará como os patrulhamentos devem ser distribuídos entre os 9 distritos e a capacidade de controle nas diferentes partes do país. Cada distrito é liderado por um administrador distrital, que é responsável pelo planejamento prático das atividades de controle. A polícia local de cada um dos 27 distritos policiais deve fiscalizar o tráfego diversas vezes ao ano. A frequência do controle do tráfego pela polícia local está prevista nas “Instruções do Controle de Tráfego”. A polícia móvel pode coordenar seus patrulhamentos junto ao patrulhamento da polícia local.

O controle do uso dos equipamentos de segurança é parte de uma ênfase especial da Agência Nacional de

TABELA 8.3.2: IMPACTOS DO AUMENTO DO USO DO CINTO DE SEGURANÇA NO TOTAL DE MORTOS OU FERIDOS E O CUSTO DOS ACIDENTES EVITADOS.

Nível de uso do cinto de segurança	Números de acidentes ao ano		Número de acidentes evitados ao ano		Custos dos acidentes evitados ao ano (milhões de NOK)
	87%	94%	90%	96%	
Estado físico das vítimas	Valor exato	Expansão	Valor exato	Expansão	
Mortos	10	128	0.2 (2.1%)	2.2 (1.7%)	62.9
Feridos muito graves	4	52	0.1 (2.1%)	0.9 (1.7%)	17.4
Feridos graves	31	465	0.3 (0.9%)	3.1 (0.7%)	20.0
Feridos leves	888	5,278	0 (0%)	0 (0%)	0
Geral	932	5,923	0.5	6.1	100.3

Administração de Vias Públicas da Noruega sobre a segurança no trânsito, sendo assim, isso foi expressamente sugerido nas ações do Plano de Transporte Nacional. O cenário de controle é determinado por regiões dentro do limite e atribuições permitidas pelo orçamento do Estado, sendo as prioridades acertadas entre a diretoria da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e a autoridade regional rodoviária em acordos anuais.

O não-cumprimento das disposições relativas à utilização de equipamentos de segurança é punido por uma multa determinada por um regulamento específico de multas para determinadas irregularidades em relação à legislação do trânsito. Uma exceção são as irregularidades relacionadas à responsabilidade do condutor pela segurança de crianças menores de 15 anos, para as quais a infração é punida por procedimentos simplificados, consistindo no acúmulo de pontos na carteira de habilitação.

As despesas das atividades de controle da polícia e dos controles externos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega são financiadas pelo orçamento nacional do Estado.

8.4 CONTROLE DE COMPORTAMENTO POR PATRULHAMENTO

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2008

Problema e finalidades

Muitos usuários cumprem as leis e tentam segui-las, incluindo as leis que regem o trânsito; porém, os condutores possuem diferentes graus de respeito às disposições estabelecidas no Código de Trânsito, de modo que muitas multas são emitidas anualmente. Em 2007 o número de multas aplicadas no local da infração por irregularidades em relação ao Código de Trânsito foi de 255.665, ou 66,8 multas por 1.000 habitantes. O número de procedimentos simplificados ou de penalidades foi de 286.851 e de 4.232 para condutores alcoolizados (SSB).

Os recursos policiais para monitorar o comportamento dos condutores são limitados, pois a polícia não pode estar em todos os lugares o tempo todo. O âmbito de controle das operações, tais como controle da velocidade, álcool e direção defensiva, está limitado no tempo e no espaço (Hauer et al., 1982; Armour, 1984; Vaa e Christensen, 1992; Vaa, 1993;

Vaa et al., 1995). A polícia busca, portanto, métodos de monitoramento que cubram áreas geográficas maiores que as cobertas pelas atividades de controle estacionário. O “Controle Comportamental por patrulhamento.” é a segunda maior atividade no âmbito das competências de fiscalização e inclui, além de um patrulhamento em si, o controle de cargas, do modo de condução, das regulamentações sobre tempo de descanso, ultrapassagens, distância do veículo à frente e paradas. Em 1991 foi contabilizado um número de autuações feitas a partir deste tipo de controle de operação, que foi estimado em aproximadamente 30% de todas as autuações. Em torno de um terço de todos os condutores com alguma irregularidade são parados pela polícia devido à direção suspeita observada pelas unidades de patrulhamento (Ruud e Glad, 1990).

A finalidade do controle do comportamento por patrulhamento é manter ou aumentar o respeito às leis que regulamentam os condutores por meio da manutenção de certo risco de detecção das irregularidades no trânsito.

Descrição da medida

O patrulhamento faz uso tanto de viaturas policiais quanto de veículos civis. As viaturas mostram aos condutores que a polícia exerce suas atividades de controle, fazendo-se visível no ambiente de trânsito. Neste tópico foi considerado apenas o impacto dos projetos no que tange aos acidentes de trânsito, embora existam indícios de que a intensificação das atividades de controle, com métodos de controle tanto estacionários quanto móveis, tenha certo impacto sobre outras questões, tais como a criminalidade (Vaa e Christensen, 1992). Os acidentes e ferimentos das vítimas, que eventualmente ocorrem devido a perseguições policiais utilizando automóveis ou motocicletas não estão incluídos nesta avaliação de impacto. O impacto do uso de veículos civis para o patrulhamento é considerado até determinado ponto.

Sabe-se que há uma dispersão dos impactos no tempo de espaço com as atividades relacionadas ao controle estacionário, mas este efeito não é esperado quando são feitas atividades de patrulhamento (Shinar e McKnight, 1985; Vaa, 1993). Além disso, o patrulhamento tem como alvo o comportamento dos condutores no trânsito de um modo mais geral que o controle estacionário, que geralmente é mais objetivo e orientado a comportamentos mais específicos, como o excesso de velocidade, o uso de álcool e o uso dos equipamentos de proteção individual.

Impacto sobre os acidentes

Há relativamente poucos estudos acerca da influência do patrulhamento nos acidentes. O patrulhamento tem sido, em parte, utilizado junto com outras formas de controle ou como parte das campanhas de segurança viária. Nesses casos, não é possível isolar os impactos de cada método de controle ou a parcela do impacto atribuída ao patrulhamento.

Existe também a distinção entre o patrulhamento geral e o patrulhamento orientado especificamente para o controle do uso do álcool e do excesso de velocidade.

As seguintes pesquisas focaram nos impactos dos patrulhamentos gerais (que não foram realizados para detectar determinados tipos de comportamentos específicos):

Shoup, 1973 (EUA);
Williams e Robertson, 1974 (EUA);
Lund e Jørgensen, 1974 (Dinamarca) e
Stuster (2004).

Foram encontrados diversos estudos que examinaram os impactos do patrulhamento especificamente orientado contra o uso do álcool **ao volante**. A maioria desses estudos foi conduzida em conjunto com campanhas contra a direção após o consumo de álcool. Em alguns estudos observaram-se, também melhorias administrativas e melhorias no apoio policial, que tem recebido treinamento para o controle dos condutores embriagados (como orientar e como detectar condutores sob a influência do álcool, por exemplo). Em algumas cidades americanas, as tentativas foram feitas a partir de métodos especiais, que só funcionaram com o controle específico do uso do álcool (Stuster & Blowers, 1995; Wiliszowski & Jones, 2003).

Toomath, 1974 (Nova Zelândia);
Zador, 1976 (EUA): programa ASAP;
Ross, 1977 (Reino Unido);
Hurst & Wright, 1981 (Nova Zelândia);
Amick & Marshall, 1983 (EUA): programa STEP;
Sali, 1983 (EUA): programa STEP;
Wolfe, 1985 (EUA);
Voas e Hause, 1987 (Stockton, Califórnia, EUA);
Stuster & Blowers, 1995 (EUA) e
Wiliszowski e Jones, 2003 (EUA).

O patrulhamento especificamente orientado ao excesso de **velocidade** foi avaliado nos seguintes estudos:

Shumate, 1958 (EUA);
Ekstrøm, Kritz e Strømgren, 1966 (Suécia);
Munden, 1966 (Grã-Bretanha);
Mason, 1970 (EUA);
Lund e Jørgensen, 1974 (Dinamarca);
Saunders, 1977 (Austrália);
Sali, 1983 (EUA);
McCartt & Rood, 1989 (EUA);
Statens vegvesen/UP, 1996 (Noruega) e
Davis et al., 2006 (EUA).

Os resultados destes estudos estão resumidos na tabela 8.4.1.

Não há impactos significativos em relação ao patrulhamento geral ou orientado contra irregularidades específicas no trânsito tendo como alvo a direção após o consumo de álcool. O patrulhamento contra o aumento da velocidade parece reduzir o número de mortes. Os impactos sobre os acidentes com feridos não são significativos quando há o controle do viés de publicação. Os resultados relacionados às mortes são baseados em um número insuficiente de estudos, exigindo o controle do viés de publicação.

De uma forma geral, estes resultados indicam que o patrulhamento não possui impactos significativos nos acidentes. Deve-se também levar em conta que a maioria dos estudos não avaliou o patrulhamento como medida única. O patrulhamento especificamente orientado para a direção sob o efeito do álcool geralmente é combinado com informações de campanhas. O patrulhamento contra o aumento da velocidade geralmente é combinado com uma intensificação dos controles por radar fixo.

Impactos do patrulhamento com relação à velocidade: o patrulhamento policial pode proporcionar uma redução da velocidade da corrente de tráfego nas imediações do controle (tanto a jusante quanto a montante deste controle). A comparação entre um ponto de controle fixo e o controle móvel na redução da velocidade média deu resultados conflitantes nos estudos nos EUA (Shinar e McKnight, 1985). No entanto, houve uma tendência para efeitos em longas distâncias do patrulhamento devido à redução de velocidade gerada nos condutores pelo patrulhamento ao redor. Não há informações sobre o tempo de efeito do patrulhamento móvel; no entanto, é razoável que o patrulhamento móvel gere apenas “impactos momentâneos”, ao contrário do impacto gerado pelos métodos estacionários.

TABELA 8.4.1: IMPACTOS DO PATRULHAMENTO NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Patrulhamento geral			
Acidentes com vítimas	Todos	0	(-9; +11)
não especificada/Acidentes com danos materiais	Todos	+10	(-4; +27)
Patrulhamento orientado ao uso do álcool			
Acidentes fatais	Todos	-3	(-9; +4)
Acidentes com vítimas	Todos	-2	(-6; +1)
Patrulhamento orientado ao excesso de velocidade			
Acidentes fatais	Todos	-21	(-35; -3)
Acidentes com vítimas	Todos		
Sem controle do viés de publicação		-14	(-24; -3)
Com controle do viés de publicação		-6	(-18; +8)
não especificada/Acidentes com danos materiais	Todos	-4	(-7; 0)

Foram realizadas tentativas para estimular a redução da velocidade com a presença de uma viatura; isto é, espera-se um impacto nos condutores quando estes se deparam com um veículo policial e um veículo civil parados no acostamento e um agente que parece estar aplicando uma multa. A maior parte dos estudos mostrou que esta configuração é menos eficaz que uma configuração de uma viatura policial visível (Shinar e McKnight, 1985). É importante salientar que a configuração de um agente policial supostamente aplicando uma multa pode causar pouco efeito, uma vez que o agente já teria abordado um veículo e os demais veículos que passam pela cena estariam “livres” do risco de serem abordados.

Lund e Jørgensen (1974) estudaram os impactos de 16 horas de patrulhamento diárias no período de um ano em um trecho de 75 km cuja finalidade era duplicar o nível de monitoramento. A concepção do estudo é aparentemente consistente, apesar de o registro da velocidade ter sido escasso. Não foram constatadas mudanças no nível de respeito à preferencial de passagem, nos padrões de ultrapassagem ou na escolha de velocidade. Entrevistas com usuários indicaram que não houve percepção do aumento das atividades de fiscalização.

Em um estudo de campo em 1993, foram avaliados os efeitos da intensificação das atividades de patrulhamento no tráfego em um trecho de rodovia em Akershus (E6) (Vaa et al., 1993). O experimento iniciou-se com a implantação de uma grande placa com o texto “Diminua a velocidade”. Duas semanas apenas com a placa foram seguidas por duas sema-

nas com ambos, placa e intensificação do patrulhamento. Por intensificação do controle, estima-se que o tempo médio diário de controle tenha sido de cerca de 6 horas, cobrindo uma extensão de aproximadamente 15 km. Houve um provável impacto em um sentido (sentido Oslo) nas primeiras duas semanas apenas com a placa, porém não houve impactos além dos períodos subsequentes nem com patrulhamentos intensificados aliados à placa nem com o patrulhamento isoladamente.

Patrulhamento com veículos à paisana: o posicionamento de um veículo à paisana perpendicularmente à via para simular uma unidade de controle de velocidade foi comparado com outros métodos de controle e foi a única configuração que não surtiu qualquer impacto em relação ao nível de velocidade nem junto ao local do veículo, nem antes e nem depois (Shinar e McKnight, 1985).

Anteriormente nos EUA e na Noruega era um problema o fato de a polícia utilizar veículos à paisana para a observação do excesso de velocidade e outros comportamentos no trânsito, pois havia pouca variação do veículo utilizado, de modo que os veículos à paisana tornaram-se facilmente reconhecidos. Recentemente houve um aumento da variação dos tipos, modelos e cores (algo de que o público está ciente por meio da mídia). No entanto, o efeito destes veículos à paisana é desconhecido por não ter sido estudado experimentalmente. Portanto, não se pode afirmar que esta forma de monitoramento não tenha efeito. É razoável, por exemplo, assumir que o uso de veículos civis no monitoramento do trânsito

possua um impacto preventivo individual, ou seja, atua-se apenas sobre os condutores que são detectados e abordados pela polícia enquanto o método é aplicado. No entanto, este impacto não foi estudado, sendo, portanto, desconhecido.

Na revisão da literatura, são conhecidos apenas dois estudos em relação ao impacto do monitoramento com o uso de veículos à paisana. Uma dessas pesquisas foi conduzida na Suécia (TFD, 1978). Os veículos utilizados eram equipados com o conhecido “Traffipax”, que permite fotografar o condutor que comete irregularidades no tráfego e fazer simultaneamente um registro do nível de velocidade do veículo que está sendo monitorado. O monitoramento ocorreu em um longo trecho de 3,2 quilômetros (com um limite de velocidade de 90 km/h) para o controle do nível de velocidade. O monitoramento ocorreu em 11 ocasiões por um período de três semanas, cada vez com duração de 1,5 hora, isto é, totalizando 16,5 horas. Por meio deste método de monitoramento, não foi detectado nenhum impacto. Não se pode descartar que este método tenha um impacto preventivo individual, mas esta hipótese não foi testada neste experimento.

Impacto na mobilidade

Um dos impactos que um patrulhamento móvel pode criar é a redução da velocidade da corrente de tráfego, pois a velocidade dos veículos que circulam nas imediações traseiras e dianteiras tende a ser reduzida. Não há informações sobre o tempo de duração deste efeito; no entanto, acredita-se que o patrulhamento móvel cause um “impacto momentâneo”, ao contrário do patrulhamento fixo. Uma menor velocidade reduz a mobilidade individual; porém, assumindo-se que não haja problemas de capacidade se a velocidade for distribuída mais uniformemente, isso significa que a capacidade será mais bem utilizada, o que melhora a mobilidade geral.

Impacto no meio ambiente

Um nível de velocidade mais baixo reduz as emissões de ruído e gases dos veículos. Em um estudo dos EUA (Albuquerque Police Department, 2001), constatou-se uma redução tanto dos crimes de trânsito quanto de outros crimes depois da intensificação do patrulhamento com motocicletas em diversas áreas com altas taxas de acidentes e de criminalidade.

Custos

Os custos sociais das atividades de controle de comportamento por patrulhamento foram estimados para 1995 com base nos valores de 1992 (Hagen, 1994), resultando em cerca de NOK 130 milhões. Associado ao patrulhamento móvel, tem-se os seguintes grupos de “controle comportamental”: excesso de cargas; tempo de direção e descanso; respeito à sinalização horizontal de regulamentação de ultrapassagem; distância do veículo à frente, e paradas. Não é possível separar os custos que estão exclusivamente relacionados ao patrulhamento móvel. Presumivelmente, há uma parcela de custos atribuídos ao patrulhamento em meio às demais atividades de controle mencionadas.

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontrados quaisquer impactos significativos relacionados aos patrulhamentos quanto ao número total de acidentes. Portanto, não foram realizadas quaisquer análises de custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O Ministério da Justiça é responsável pela execução do controle policial, tanto com relação ao escopo quanto com relação à forma de controle implementada. O Ministério da Justiça pode tomar a iniciativa de expandir ou intensificar as atividades de controle.

Requisitos e procedimentos formais

As exigências técnicas em relação aos equipamentos de medição da velocidade e as regras relacionadas a estas técnicas são determinadas pelo Ministério da Justiça. Os requisitos legais para o monitoramento da velocidade encontram-se no § 10 do capítulo 8.3 do Código de Trânsito.

Responsabilidade pela execução da medida

A administração central da polícia de emergência deve preparar um plano anual para a implantação da medida. Isso determina como os patrulhamentos devem ser distribuídos entre os 9 distritos do país e também a capacidade de controle existente nas dife-

rentes partes do território nacional. Cada distrito é dirigido por um diretor regional, que é responsável pelo planejamento prático das atividades de controle. A polícia local em cada um dos 27 distritos policiais do país tem a responsabilidade de conduzir os controles várias vezes ao ano. A frequência dos controles policiais locais deve estar prevista nas “Instruções para o controle do tráfego policial”. A polícia móvel pode coordenar seu monitoramento com as atividades locais de controle policial. As despesas com os respectivos controles são cobertas pelo Estado, considerando-se o orçamento da União.

8.5 CONTROLE AUTOMÁTICO DE AVANÇO DO SINAL VERMELHO EM SEMÁFOROS

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2013

O controle semafórico tem sido usado a fim de reduzir o número de colisões transversais, porém ele tende a aumentar o número de colisões traseiras. O número total de acidentes pode, portanto, permanecer inalterado. As colisões laterais são, em média, mais graves que as colisões traseiras. O risco de colisão transversal em uma interseção semaforizada é reduzido com o controle automático de avanço do sinal vermelho. Os impactos são mais positivos quando há o controle de avanço do sinal vermelho nas aproximações da via principal, e não necessariamente em todas as aproximações. Em interseções sem o controle do semáforo localizadas próximo a interseções com o controle semafórico, o número de colisões laterais também diminui, enquanto que o número de acidentes envolvendo colisões traseiras permanece inalterado.

Problema e finalidades

O avanço do sinal vermelho pode levar a acidentes graves. Os acidentes que ocorrem devido ao avanço do sinal vermelho geralmente são colisões transversais associadas às conversões à esquerda, e esses são, em média, mais graves que os acidentes de colisão traseira. As estatísticas de acidentes na Noruega de 2005 a 2011 mostram a distribuição dos tipos de acidentes com mortos ou feridos graves em interseções semaforizadas: 1,5% de colisões traseiras, 4,5% de colisões entre direções conflitantes de tráfego na interseção e 6,3% associados às conversões à esquerda. Estes tipos de acidente constituem, respectivamente, 26%, 23% e 21% de todos os acidentes nos cruzamentos. Os resultados aplicam-se, respectiva-

mente, a todos os tipos de cruzamentos (excluindo os planos de cruzamento específico e as saídas); há pouca informação sobre as prioridades nas interseções a ponto de se fazer uma análise relacionada aos semáforos de tráfego e não há informações relevantes para afirmar se a ultrapassagem do semáforo com luz vermelha é um fator contribuinte ou não.

Conforme uma pesquisa realizada nos EUA, o avanço do sinal vermelho contribui em torno de 30% para todos os acidentes fatais em interseções semaforizadas e em torno de 20%, considerando-se todos os acidentes com feridos (Retting, 2006). De acordo com outra pesquisa realizada nos EUA (Zahnke et al., 2003), em torno de 50% de todos os acidentes fatais em interseções semaforizadas seriam devido ao avanço do sinal vermelho; considerando-se todos os acidentes, o valor seria de 22%. Não há informações correspondentes na Noruega.

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega verificou a condição dos semáforos em uma pesquisa em 2003 e observou os veículos que ultrapassavam o sinal vermelho nos três primeiros segundos após o sinal fechar. O objetivo é que os casos de avanço do sinal vermelho não ultrapassem 5% dos veículos que cruzam a interseção. Para todos os tipos de interseções, em geral observa-se um potencial de 7,6% em relação às ultrapassagens nos faróis vermelhos. A taxa é maior nas vias com duas faixas na interseção (17,6%) e menor nas vias com apenas uma faixa na interseção (6,3%); em vias com três ou mais faixas na interseção, a taxa de condutores que avançam no sinal vermelho foi de 3,6%. A maioria dos casos de avanço do sinal vermelho ocorre nos três primeiros segundos do tempo de vermelho. Passados esses três segundos, apenas 0,5% dos condutores ousa avançar o sinal vermelho.

Um estudo dos EUA (Retting et al., 1999) mostrou que há diferenças sistemáticas entre os condutores envolvidos em acidentes fatais com avanço do sinal vermelho e outros condutores envolvidos em acidentes fatais. Aqueles que avançam o sinal vermelho geralmente são homens com menos de 30 anos e já têm antecedentes de infrações de trânsito, dirigem alcoolizados com frequência e geralmente sua habilitação está em situação irregular.

O controle automático de avanço do sinal vermelho reduz os acidentes nas interseções. Um indivíduo que avança o sinal vermelho aciona o registro fotográfico automático do equipamento e recebe as

respectivas punições, que, assim, inibem o avanço do sinal vermelho.

Descrição da medida

Por meio do controle automático do semáforo, são instalados equipamentos de medição que detectam a aproximação do veículo na linha de parada e medem sua velocidade. Uma câmera tira uma foto dos veículos que passam pela linha de parada a certa velocidade (20 km/h, por exemplo) e aproximadamente 1 segundo após com o intuito de verificar se o veículo passou pela interseção. A identificação é feita por uma fotografia do veículo e do condutor, geralmente de frente (mas pode ser trás também). Diferentes critérios podem ser utilizados para determinar a violação do sinal vermelho a partir de registros subsequentes. Por exemplo, o controle pode ser acionado tanto a 0 m ou a 10 m de distância do local onde o veículo deveria parar para o sinal vermelho. O tempo também pode ser utilizado como parâmetro, por exemplo, para veículos passando por um determinado ponto X de segundos após a mudança para o sinal vermelho.

Uma pesquisa sobre avanço do sinal vermelho na Noruega (Giæver & Tveit, 1998) constatou uma diminuição das violações de 0,83% a 0,64% e uma maior proporção das ultrapassagens durante o sinal amarelo. Não foi observada qualquer adaptação da velocidade. Após essa avaliação, o controle automático do semáforo deixou de ser utilizado (Tveit et al., 2007).

Impacto sobre os acidentes

Foram encontrados 30 estudos que analisaram os impactos do controle automático de avanço de sinal vermelho sobre os acidentes. São os seguintes:

Sul et al. (1988), Austrália;
 Hillier et al. (1993), Austrália;
 Mann et al. (1994), Austrália;
 Andreassen (1995), Austrália;
 MVA Consultancy (1995), Reino Unido;
 Fox (1996), Reino Unido;
 Hooke et al. (1996), Reino Unido;
 Ng, Wong & Lum (1997), Singapura;
 Giæver & Tveit (1998), Noruega;
 Vinzant & Tatro (1999), EUA;
 Charlotte (2001), EUA;
 Autoridades do Estado da Califórnia (2002), EUA;

Golob et al. (2002), EUA;
 Retting & Kyrychenko (2002), EUA;
 Richardson (2003), Austrália;
 Burkey & Obeng (2004), EUA;
 Yaungyai (2004), EUA;
 Council et al. (2005), EUA;
 Persaud et al. (2005), EUA;
 Fitzsimmons et al. (2007), EUA;
 Garber et al. (2007), EUA;
 Shin & Washington (2007), EUA;
 Dahnke et al. (2008), EUA;
 Kloeden et al. (2009), Austrália;
 Bradbury (2010), EUA;
 Cunningham & Hummer (2010), EUA;
 Malone et al. (2010), Canadá;
 Budd et al. (2011), Austrália;
 Hu et al. (2011), EUA e
 Walden et al. (2011), EUA.

Muitas vezes as pesquisas variam na sua qualidade metodológica, e muitos dos resultados podem ser impactados pela fragilidade metodológica destes estudos (Persaud et al., 2005; Shin & Washington, 2007; Retting et al. 2003). As fragilidades que mostraram impactar os resultados relacionam-se principalmente à falta de controle da regressão para a média (Høye, 2013). Os impactos da regressão ocorrem quando o controle de avanço do sinal vermelho é instalado em interseções com muitos acidentes graves em determinado período, de modo que não é levado em conta que o número dos acidentes tende a diminuir após este período, exatamente quando o controle de avanço do sinal vermelho é instalado. A falta de controle, com relação à regressão para a média, leva à redução dos acidentes devido à superestimação do efeito do controle de avanço do sinal vermelho.

Os impactos dos acidentes referentes ao controle automático das ultrapassagens do sinal vermelho são mostrados na Tabela 8.5.1. Os resultados são baseados apenas nos estudos que têm o controle da regressão. Esses estudos também controlam um número de outros fatores, incluindo as características nos semáforos.

Com relação ao número total de acidentes, não foram encontrados impactos significativos do controle automático de avanço do sinal vermelho; para os acidentes fatais, houve uma redução significativa na taxa: em torno de 17%.

Para as colisões transversais (acidentes com feridos), foi observada uma redução significativa, em torno

TABELA 8.5.1: IMPACTO DO CONTROLE DE AVANÇO DO SINAL VERMELHO NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES EM INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-17	(-30; 0)
Acidentes com feridos	Todos os acidentes	-12	(-27; +5)
Não especificada	Todos os acidentes	+6	(-4; +17)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	+3	(-31; +53)
Acidentes com feridos	Colisões transversais	-33	(-48; -12)
Não especificada	Colisões transversais	-13	(-27; +3)
Acidentes com feridos	Colisões traseiras	+19	(+3; +39)
Não especificada	Colisões traseiras	+39	(+20; +60)
Acidentes com feridos	Acidentes devido ao avanço do sinal vermelho	+6	(-19; +40)
Não especificada	Acidentes devido ao avanço do sinal vermelho	-7	(-23; +12)
Acidentes com feridos	Acidentes de colisão/ acidentes nas conversões à esquerda	-8	(-47; +60)
Não especificada	Acidentes de colisão/ acidentes nas conversões à esquerda	-18	(-42; +16)

de 33%, enquanto que os acidentes com feridos resultantes de colisões traseiras demonstraram um aumento de 19%. Não foram encontrados impactos significativos para os acidentes associados a avançar sinal vermelho, colisões e acidentes associados à conversão à esquerda.

A maioria dos acidentes que ocorrem devido ao avanço do sinal vermelho são colisões transversais. As colisões transversais são geralmente mais graves que as colisões traseiras (Charlotte, 2001), o que pode sugerir que os impactos nos acidentes, como um todo, sejam mais positivos com relação aos acidentes fatais. Uma pesquisa realizada pelo Washington & Shin (2005) mostrou que houve uma redução das colisões transversais e que os acidentes em conversões à esquerda são maiores nas interseções com tempo de ciclo mais longo, maior volume de tráfego e velocidade mais elevada. O aumento do número dos acidentes de colisões traseiras pode ser explicado pelo fato de muitos dos condutores realizarem manobras de frenagem repentina quando da mudança para o sinal amarelo, uma atitude que não é esperada pelo condutor do veículo traseiro.

Várias pesquisas mostraram que o controle automático do avanço do sinal vermelho reduz este tipo de infração entre 20% e 80% (Arup, 1992; Chin, 1989; Retting et al., 1999). Em algumas pesquisas, foram encontradas reduções no avanço do sinal vermelho também em interseções sem o citado controle (Andreassen, 1995; Fleck & Smith, 1999; McGee & Eccles, 2003). Uma análise mais detalhada dos estudos, incluindo a meta-análise apresentada na

tabela 8.5.1 (Høye, 2013), mostra que o número de colisões transversais também pode ser reduzido nas interseções sem controle automático de avanço do sinal vermelho, uma vez que o índice se mostrou próximo ao da interseção com controle de avanço do sinal vermelho. Os acidentes com colisões traseiras, entretanto, não pareceram aumentar nessas interseções. Isso sugere que os impactos de todos os acidentes, conforme mostrado na tabela 8.5.1, será mais positivo se o indivíduo estiver ciente dos impactos em todas as áreas de interseções com controle automático de avanço do sinal vermelho do que apenas em algumas interseções com o controle. Por outro lado, os impactos podem (principalmente os impactos referentes às colisões laterais) ser, de algum modo, afetados pelo viés de publicação e na realidade serem menores que os apresentados na tabela 8.5.1.

O mesmo estudo (Høye, 2013) sugere que o controle automático de avanço do sinal vermelho possui um impacto positivo maior (maior redução das colisões transversais e menor aumento das colisões traseiras), quando nem todas as interseções com controle automático de avanço do sinal vermelho são sinalizadas e apenas são instaladas placas de alerta sobre o controle ao longo das vias principais de uma cidade ou em uma área com controle automático do avanço de sinal vermelho. A explicação é que os condutores passam a respeitar mais o sinal vermelho, pois sabem que em todas as interseções há sinalização sobre o controle automático de avanço do sinal vermelho, de modo que tanto as ultrapassagens do sinal vermelho quanto as fre-

nagens inesperadas tendem a diminuir. Washington & Shin (2005) apontam que nas interseções em que são instaladas placas de alerta para a presença do controle automático de avanço do sinal vermelho há uma maior redução do número de acidentes com colisões e manobras de conversão à esquerda, além de haver um aumento do número de acidentes com colisões traseiras.

Impacto na mobilidade

O controle automático de avanço do sinal vermelho pode ter um impacto na mobilidade por meio de determinadas mudanças no estilo de condução, pois tende a estimular a parada quando do sinal amarelo em vez do comportamento anterior de seguir e cruzar a interseção. Isso pode, de algum modo, reduzir o fluxo de tráfego.

Impacto sobre o meio ambiente

O controle automático de avanço do sinal vermelho pode ter algum impacto no meio ambiente, de modo que mais pessoas tendem a escolher parar no sinal amarelo, fazendo com que os veículos permaneçam parados (e em funcionamento) durante uma fase do semáforo, em vez de cruzar a interseção sem parar.

Custos

Uma pesquisa inglesa (Hooke et al., 1996) estimou os custos da instalação do controle automático de avanço do sinal vermelho dos semáforos (média de sete câmeras por interseção) em aproximadamente NOK 107.000 por interseção ou NOK 15.000 por câmera (convertido de £ pela cotação de 1995). Isso inclui custos materiais, instalação, sinalização e planejamento. Uma pesquisa americana (Kriz et al., 2006) estimou que os custos por câmera foram de NOK 308.000; por equipamento, NOK 140.000, e de instalação, NOK 77.000, juntamente com a operação anual e manutenção (convertida de US\$). Não foram encontrados valores de custos noruegueses mais atuais.

Avaliações de custo-benefício

Ainda é incerto se o controle de semáforo impacta no total do número de acidentes. No entanto, não foram realizadas quaisquer análises de custo-bene-

fício. Os custos do funcionamento do sistema de controle automático de avanço do sinal vermelho são cobertos pelos valores das multas de avanço do sinal vermelho. Sob o ponto de vista econômico, trata-se apenas de uma redistribuição de valores sem sucesso.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A administração viária pode tomar a iniciativa e determinar as vias onde será instalado o controle automático de avanço do sinal vermelho. As considerações deverão ser apresentadas ao Ministério da Justiça, que tomará uma decisão para cada caso.

Requisitos e procedimentos formais

O uso do controle automático de avanço do sinal vermelho deu-se pela primeira vez de maneira experimental em 1988 e foi, então, assinada uma cláusula em que o controle do semáforo seria testado em apenas 10 municípios. Após a avaliação, em 1998 (Gjæver & Tveit, 1998) o controle passou a ser mais difundido.

Responsabilidade pela execução da medida

Ao programar o controle dos semáforos, as vias regionais e os escritórios distritais passam a ser responsáveis pela operação diária, pelo deslocamento de câmeras e pela manutenção, considerando que as autoridades policiais e judiciais presentes tomem por base o material das filmagens coletados para determinar as sanções. Cabe à polícia determinar o escopo da vigilância e o tempo para liberação e movimentação das câmeras.

8.6 LEGISLAÇÃO PARA CONDUÇÃO SOB O EFEITO DO ÁLCOOL

Capítulo revisado por Alena Høyе (TØI) em 2009

Problema e finalidades

Por “legislação para condução sob o efeito do álcool” entende-se as leis que determinam os limites do teor alcoólico no sangue, as leis que regulamen-

tam o controle e as multas para condução sob o efeito do álcool e as leis que regulamentam a disponibilidade de álcool. Estas leis devem ser aplicadas em cooperação com testes do etilômetro e multas e reduzir a ocorrência da condução sob o efeito do álcool para que o número de acidentes diminua.

Teor alcoólico e risco de acidente: a influência do álcool entre os condutores é um dos fatores que mais aumenta o risco de acidentes de trânsito (Assum & Glad, 1990). Entre outros fatores estão a influência de drogas e a fadiga. O álcool e outras drogas levam a um enfraquecimento dos sentidos, à redução da capacidade de processar informações e de tomar decisões e à deterioração da capacidade psicomotora, além de que a exposição ao álcool pode fazer com que os condutores percam as inibições (Glad & Vaas, 1993).

Com base na pesquisa feita na Noruega sobre condução sob o efeito do álcool entre 1981 e 1982 e nas estatísticas oficiais de acidentes viários, pode-se calcular o índice de risco que mostra a diferença relativa de acidentes entre um condutor sóbrio e um condutor afetado pelo álcool no sangue em diferentes níveis (Glad, 1985; Assum e Glad, 1990; Glad e Vaas, 1993). Esta diferença no risco relativo aparece na figura 8.6.1. Os resultados dos novos cálculos praticamente não mudaram. Assum et al. (2005) encontraram o seguinte índice de risco para acidentes

com vítimas entre condutores com diferentes taxas de alcoolemia no sangue: 2,1 (0,2 a 0,5g/l); 8,3 (0,5 a 0,8g/l); 17,6 (0,8 a 1,3g/l), e 87,2 (acima de 1,3g/l).

A primeira diferença de risco pode ser encontrada nos condutores jovens. Os condutores de 18 a 24 anos com uma concentração de álcool no sangue acima de 0,5 g/l têm por volta de 900 vezes mais risco de morte que os condutores no mesmo grupo etário com uma concentração de álcool no sangue abaixo de 0,5 g/l (Assum e Glad, 1990; Glad, 1985B; Peck et al., 2008).

De todos os acidentes com veículos de passeio na Noruega relacionados com álcool e direção entre 1983 e 1999, a taxa foi de 14% para acidentes fatais e em torno de 6% para todos os acidentes com vítimas como um todo (Statistisk Sentralbyrå). A taxa de acidentes fatais na Noruega em que o álcool foi fator contribuinte para que o acidente acontecesse foi estimada em torno de 12% em 2006 (Haldorsen, 2007). Nos EUA estimou-se que 18% de todos os condutores que estiveram envolvidos em acidentes fatais estavam com uma concentração de álcool no sangue acima de 1,0g/l em 2000 contra 25% em 1990 (NHTSA, 2001). Na Noruega os condutores com taxa de alcoolemia acima de 1,5g/l compreendem 20% da condução sob o efeito do álcool (Glad, 1985C), o que constitui mais de 50% de condutores sob o efeito do álcool envolvidos em acidentes com

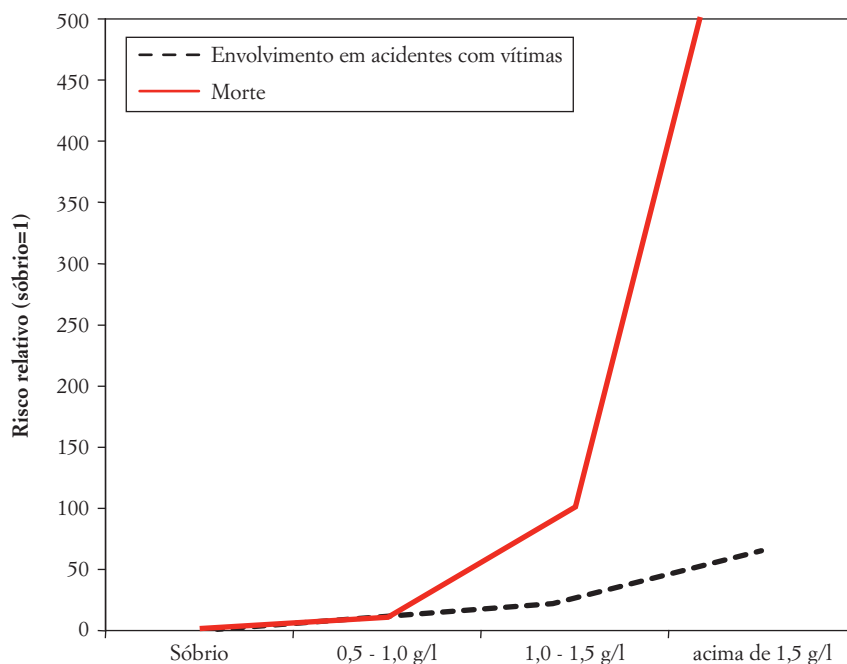


Figura 8.6.1: Risco de diferentes taxas de alcoolemia em relação ao condutor sóbrio. Fontes: Glad e Vaas (1993).

vítimas (Assum e Ingebrigtsen, 1990) e quase 80% de condutores alcoolizados envolvidos em acidentes fatais (Glad, 1985C).

Há várias características nos acidentes que envolvem álcool e direção que os distinguem de outros acidentes sem o envolvimento do álcool. Um grande porcentual dos acidentes que envolvem álcool acontecem à noite nos finais de semana e são acidentes individuais. Os acidentes em outros dias da semana durante o dia e as colisões envolvem baixa taxa de alcoolemia. Os acidentes que envolvem álcool são via de regra mais graves que outros acidentes.

Entre os condutores que estavam sob o efeito do álcool e se envolveram em acidentes, os jovens e os homens estão superrepresentados. Os condutores sob o efeito do álcool com frequência também estão sob o efeito de outras substâncias (Christophersen, 1990).

Condutores detidos sob o efeito do álcool: muitos estudos verificaram que os condutores que dirigem sob o efeito do álcool formam um grupo especial de condutores (Hubicka et al., 2008). Em muitas pesquisas, descobriu-se que os condutores com uma ou mais autuações por condução sob o efeito do álcool são frequentemente homens jovens, com baixo status socioeconômico, que têm problemas de alcoolismo, cometem outras várias infrações de trânsito, normalmente dirigem sem carteira de habilitação, foram várias vezes condenados por crimes não relacionados ao trânsito, usam outros tipos de drogas e têm mais problemas psíquicos do que os outros (Assum & Glad, 1990; Ferguson et al., 1999; Glad & Vaas, 1993; Lapham et al., 2006; McMillen et al., 1992; Ruud & Glad, 1990; Wheeler & Hisson, 1998).

Condutores autuados várias vezes sob o efeito do álcool: a reincidência entre os condutores que foram flagrados dirigindo sob o efeito do álcool é grande (Baca et al., 2001). Uma pesquisa norueguesa mostrou que, ao longo de um período de 6 anos, cerca de 40% dos condutores autuados por embriaguez foram autuados novamente (Gjerde & Mørland, 1991). Entre os condutores que conduziam sob o efeito de altas concentrações de medicamentos ou outras substâncias psicoativas (Gjerde et al., 1989), cerca de 50% foram presos novamente por dirigir sob a influência de substâncias psicoativas durante um período de 5 anos. Estudos dos EUA estimaram que 28% de todos os autuados por dirigir sob o efeito do álcool pela primeira vez serão autuados

várias vezes pela mesma razão e que os condutores flagrados por dirigirem sob o efeito do álcool haviam conduzido em média aproximadamente 60 a 90 vezes sob o efeito do álcool anteriormente sem terem sido pegos (Jones & Lacey, 2000; Lapham et al., 2006; Quaye & Boase, 2004).

Os grupos de condutores com alto risco de acidentes e de várias condenações futuras por embriaguez são condutores que foram condenados várias vezes anteriormente por esse mesmo motivo, são condutores que são alcoólatras e foram pegos com taxa de alcoolemia elevada; têm um histórico de criminalidade e são na maioria jovens (Breckendridge et al., 2006; Harrison et al., 2003; Hubicka et al., 2008; Marowitz, 1998).

Os condutores que foram repetidamente condenados por dirigir sob o efeito do álcool têm em média maior risco de envolvimento em acidentes envolvendo álcool e direção e muitas vezes são flagrados com níveis de álcool no sangue superiores aos dos condutores condenados pela primeira vez por dirigir sob o efeito do álcool. As diferenças de níveis de álcool no sangue entre os condutores com uma ou várias condenações anteriores, entretanto, nem sempre são grandes. Os condutores com várias condenações por embriaguez parecem resistir às várias medidas contra condução sob o efeito do álcool, e as medidas não parecem surtir nenhum efeito prolongado sobre eles (Caruana & Harvey, 2004; Lapham et al., 2006; Nochajski & Stasiewicz, 2006). Os motivos para isso podem ser problemas de alcoolismo e um ambiente social que não apoia uma reorganização dos hábitos de álcool e direção ou a abstinência de álcool (Ferguson et al., 1999). Vários estudos mostraram que os grupos de condutores que têm risco especialmente de conduzir sob o efeito do álcool são influenciados em menor grau pelas medidas contra a condução sob o efeito do álcool, como, por exemplo, os controles pelo etilômetro (Harrison et al., 2003) ou o tratamento para alcoolismo (Breckendridge et al., 2006). Jones & Lacey (2000) mostraram que os condutores com várias condenações anteriores por dirigir sob o efeito do álcool têm menor risco de estarem envolvidos em acidente sem envolvimento de álcool, algo que pode ser devido a um maior cuidado na condução ou por dirigirem menos, por exemplo, porque tiveram a carteira de habilitação recolhida.

Legislação sobre álcool e direção na Noruega: historicamente, a condução sob a influência de álcool na Noruega foi definida como um problema

de segurança viária. Em 1912 a Noruega já tinha seu primeiro veículo automotor (Bratholm e Hauge, 1974). Estava escrito no § 18 da lei de veículos motorizados que “o condutor tinha a obrigação de estar sóbrio enquanto dirige”. Na nova lei, de 1926, foi incluída uma proibição contra a condução sob a influência de álcool e a punição regular seria a prisão, caso o condutor fosse legalmente considerado “alcoolidado”. Também foi estabelecido que o chefe de polícia poderia recolher a carteira de habilitação do condutor flagrado dirigindo sob o efeito do álcool. Ainda não havia nenhuma regulamentação para determinar se um condutor estava sob o efeito do álcool, e foi só por uma emenda em 1930 que foi estabelecida a realização do exame clínico. Na década de 1920, no entanto, havia sido desenvolvido um método para medir a concentração de álcool no sangue, e em 1935 foi legalizado o direito de colher amostras de sangue. Foram introduzidas simultaneamente novas disposições relativas às penalidades que significavam que dirigir sob qualquer influência do álcool normalmente levaria à prisão. Ademais, também houve a tentativa de punir o passageiro do veículo conduzido por um condutor sob a influência de álcool.

Em 1936 a Noruega foi o primeiro país no mundo a introduzir o limite legal de taxa de alcoolemia e determinou que, se um condutor tivesse uma taxa de alcoolemia acima de 0,5 g/l (atualmente diminuído para 50 miligramas de álcool por 100 mililitros de sangue), ele deveria ser considerado legalmente “sob a influência de álcool” (Bratholm e Hauge, 1974). A partir de 2001, a taxa legal de alcoolemia foi reduzida para 0,2 g/l, e o § 22 do Código de Trânsito atual determina que é proibido dirigir sob a influência de qualquer droga (Grondahl Dreyer, 1995). Isso inclui qualquer substância psicoativa. Além da concentração de álcool no sangue, também se considera sob a influência de álcool quando a concentração de álcool no ar expirado for superior a 0,25 miligramas por litro de ar.

Álcool e direção na Noruega: a magnitude da condução sob o efeito do álcool na Noruega hoje é pouco conhecida. Álcool e direção foi pesquisado em 1981 e 1982 por Glad (1985). Foi, então, estimado que cerca de 0,3% de todo o tráfego era realizado por condutores com taxa de alcoolemia superior a 0,5 g/l. O número de condutores sob o efeito do álcool foi estimado em 2,7 por 1.000 condutores. Em 2005 e 2006, pesquisas realizadas nas vias verificaram 0,4% de condutores sob o efeito do álcool em relação a todos os condutores que foram parados

em controles aleatórios. A participação na pesquisa foi, entretanto, voluntária e limitou-se a rodovias estaduais da parte leste da Noruega, exceto Oslo (Gjerde et al., 2008).

A figura 8.6.2 mostra a tendência no número de testes de alcoolemia por amostra de sangue e o número de penalidades impostas por dirigir sob o efeito do álcool durante o período compreendido entre 1977 e 2006 (Bryhni, 2007). O fato de o número de penalidades em alguns anos ser maior do que o número de testes pode ser devido ao fato de as penalidades muitas vezes virem depois do teste sanguíneo, quando dirigir sob o efeito do álcool é levado ao tribunal.

Descrição da medida

A literatura sobre álcool e direção é muito extensa. Após a revisão dessa literatura tentou-se distinguir entre os diferentes grupos de medidas. O presente capítulo trata da legislação sobre a condução sob o efeito do álcool, ou seja, as leis que regem os limites da taxa de alcoolemia, a proibição de dirigir sob o efeito do álcool e a idade permitida para o consumo de álcool, ou seja, a proibição da venda de álcool a menores de certa idade. As medidas discutidas neste capítulo são:

- Limites legais da taxa de alcoolemia *per se*, ou seja, a proibição de conduzir um veículo automotor se a taxa de alcoolemia for superior a um determinado limite, independente do comportamento do condutor ou do envolvimento em acidentes. Este conceito vale especialmente para os EUA, onde em muitos estados havia uma legislação conforme a qual beber e dirigir era apenas punível se acontecesse em conjunto com outra infração ou um acidente de trânsito. Somente após a introdução do limite legal da taxa de alcoolemia *per se* (com *primary enforcement*, ou com “aplicação primária”, ou seja, como medida administrativa) foi possível usar o teste de alcoolemia como infração principal.
- Alteração no limite legal da taxa de alcoolemia geralmente de um nível mais alto para um mais baixo. Foram encontrados impactos no limite de álcool no sangue de 0,5g/l (ao invés de 0,8) e 0,2g/l (ao invés de 0,5). O limite legal da taxa de alcoolemia é 0,5g/l na maioria dos países europeus, na Turquia, África do Sul e no Japão. O limite de 0,2g/l foi introduzido na Suécia, Noruega e Rússia, e o de 0,3g/l, na Polônia (Fell & Voas, 2006; Kaplan & Prato, 2007).

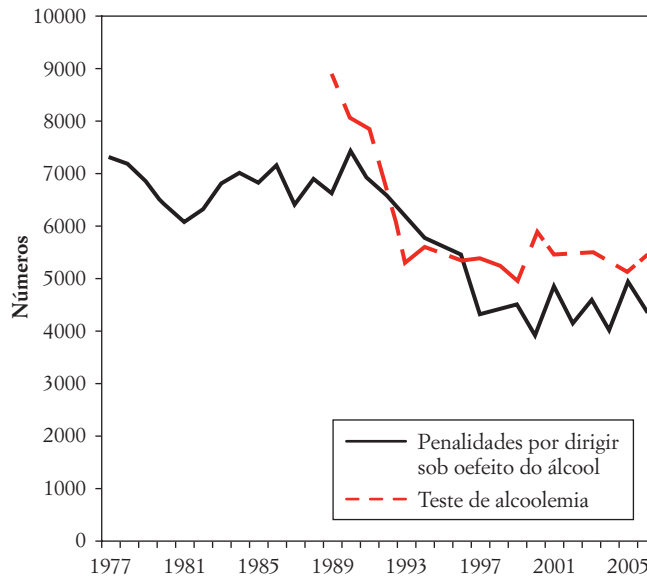


Figura 8.6.2: Tendência do número de testes de alcoolemia e número de penalidades por dirigir sob o efeito do álcool durante o período 1977-2006 (Bryhni, 2007).

- Limites especiais, por exemplo, para novos condutores ou para condutores que já foram autuados por dirigir sob o efeito do álcool.
- Leis considerando o recolhimento administrativo da carteira de habilitação, o que facilita a aplicação de penalidades em casos de se dirigir sob o efeito do álcool.
- Leis que proíbem acordos judiciais para obter penalidades mais leves.
- O limite de idade para a proibição da venda de álcool a pessoas menores de certa idade. A “idade mínima para compra de bebidas alcoólicas” é, então, muitas vezes maior que a idade para se obter a carteira de habilitação.
- Diferentes leis que regem a disponibilidade de álcool, como, por exemplo, proibição de local de venda e os impostos sobre a venda de álcool.
- Leis sobre testes aleatórios com o etilômetro (bafômetro).
- Grupos com interesse particular que podem afetar tanto a legislação quanto diretamente a condução sob o efeito do álcool.

As leis que regem penalidades específicas por dirigir sob o efeito do álcool são discutidas no capítulo 8.12.

Impacto sobre os acidentes

O impacto de várias leis nos acidentes foi pesquisado em muitos estudos de diferentes níveis de qualidade. Um problema em muitas pesquisas é que

muitas vezes as novas leis são introduzidas junto com outras leis e medidas contra a condução sob o efeito do álcool e repetidamente isso leva à cobertura da mídia e a reforços na fiscalização policial. Nesses casos não é possível determinar qual das medidas contribui para as alterações no número de acidentes, nem com o uso de grupos de controle. Os resultados apresentados neste capítulo, portanto, se baseiam apenas em pesquisas em que houve controle, entre outras coisas, de outras leis e medidas contra a condução sob o efeito do álcool. A maioria desses estudos usou métodos multivariados para analisar a relação entre a taxa de acidentes e as leis sobre álcool e direção em diversos estados e ao longo de vários anos, quando houve ao mesmo tempo controle de uma série de fatores contextuais (como, por exemplo, população, consumo de álcool e indicadores econômicos). Isso faz com que seja possível estudar em que grau as diferentes leis afetam o número de acidentes sem que os resultados sejam influenciados por medidas impostas simultaneamente. Uma vez que foram utilizados dados de um período de vários anos, os resultados são apenas marginalmente afetados por variações de curto prazo na taxa de acidentes, variações essas que poderiam estar relacionadas à, por exemplo, cobertura da mídia em relação à introdução de uma nova lei. Em princípio, também é possível estudar os efeitos da interação entre as diferentes leis, ou seja, o efeito de uma lei depende de outras leis sobre álcool e direção. No entanto, esses efeitos de interação raramente foram pesquisados

(ou os resultados não foram relatados). Villaveces et al. (2003) não encontraram efeitos da interação entre diferentes leis sobre álcool e direção, e esses efeitos, portanto, não foram incluídos nos modelos. Também é possível que as leis só sejam eficazes sob certas condições, como, por exemplo, quando as leis são conhecidas e quando existe um nível adequado de fiscalização.

Limite legal da taxa de alcoolemia per se: 1,0 e 0,8g/l (EUA): a maioria dos estados nos EUA tem limites de alcoolemia de 0,8 ou 1,0g/l, o que torna ilegal dirigir com níveis maiores de álcool no sangue, independente do comportamento do condutor ou do envolvimento em acidentes (limites de álcool no sangue *per se*). Antes da introdução do limite legal da taxa de alcoolemia, beber e dirigir não era ilegal, desde que os condutores não se envolvessem em acidentes. Em 2001, 19 estados tinham limite legal na taxa alcoolemia, e em 2003, todos os estados, exceto Massachusetts (Bernat et al., 2004). A introdução de limites de alcoolemia *per se* foi avaliada nos seguintes estudos, em que houve controle de várias emendas e dos fatores contextuais:

Evans et al., 1991;
Bernat et al., 2004;
Voas et al., 2000;
Tippetts et al., 2005;
Kaplan & Prato, 2007;
Dee, 2001;
Eisenberg, 2001;
Voas et al., 2003.

Com base nestas pesquisas, os limites legais das taxas de alcoolemia *per se* reduzem o número de acidentes fatais em 6% (intervalo de confiança de 95% [-7; -%]). Isso significa que o número de acidentes fatais diminui 6% quando se introduz o limite de 1,0g/l de álcool no sangue (ao invés de nenhum limite) ou quando se introduz um limite de 0,8 g/l de álcool no sangue no lugar de um limite de 1,0 g/l. Os resultados são consistentes entre os estudos e não parecem ser afetados por quaisquer variáveis perturbadoras ou viés de publicação. Houve controle dos efeitos de tendências e de impactos de outras leis sobre álcool e direção. A consistência entre os estudos provavelmente ocorre porque todos são baseados mais ou menos nos mesmos acidentes (as diferenças entre as pesquisas são os períodos em que foram feitas, outros fatores controlados e os modelos estatísticos utilizados). Os resultados podem, em certa medida, ser influenciados por endogeneidade, ou seja, caso a introdução

das leis de álcool e direção *per se* tenha ocorrido em estados com maiores percentuais de acidentes fatais envolvendo álcool que em outros estados (Voas et al., 2000).

No entanto, vários estudos mostraram que há uma grande variação nos efeitos das leis sobre a taxa de alcoolemia *per se* entre os estados (Bernat et al., 2004; Wagenaar et al., 2007). Os resultados indicam que a legislação sobre álcool e direção não tem nenhum efeito em estados onde não foram introduzidos pontos de fiscalização de *DUI* (*driving under the influence* ou “condução sob a influência do álcool”, Tippetts et al., 2005) e que esta legislação é mais eficaz nos estados que têm a medida administrativa de recolhimento da carteira de habilitação do que em outros estados (APSL et al., 1999).

Os resultados não são consistentes no que diz respeito aos impactos sobre os condutores com diferentes taxas de alcoolemia. Wagenaar et al. (2007) não verificaram nenhuma diferença no impacto sobre os condutores com diferentes taxas de alcoolemia. Hingson (1996), ao contrário, constatou grande impacto sobre acidentes fatais com condutores com níveis mais altos do que com níveis mais baixos. Dee (2001) verificou maiores impactos em finais de semana do que nos dias úteis.

Redução no limite legal da taxa de alcoolemia; de 0,8 para 0,5g/l: uma redução do limite legal da taxa de alcoolemia foi analisada pelas seguintes pesquisas:

Henstridge et al., 1995 (Nova Gales do Sul e Queensland, Austrália);
Hommel, 1994 (Nova Gales do Sul, Austrália);
Smith, 1988 (Queensland, Austrália); e
Bernhoft & Behrendorff, 2000 (Dinamarca).

Foram verificados os seguintes impactos nos acidentes envolvendo álcool ou nos casos em que se acredita que o álcool estivesse envolvido com mais frequência do que em outros acidentes (acidentes noturnos, acidentes individuais à noite, acidentes aos sábados): -2% de acidentes fatais (intervalo de confiança de 95% [-17, +6]) e -13% de acidentes com vítimas (intervalo de confiança de 95% [-16, -9]). Não foi observado nenhum impacto nos acidentes com vítimas durante o dia (-6%, intervalo de confiança de 95% [-17, 8]). Outra pesquisa, realizada na cidade australiana de Adelaide (McLean et al., 1995), não encontrou nenhum impacto no percentual de condutores em acidentes com taxas de alcoolemia acima de 0,8g/l.

O limite legal da taxa de alcoolemia também foi reduzido de 0,8 para 0,5 g/l na Áustria em 1998. Bartl & Esberger (2001) mostraram que o número de acidentes com vítimas que envolvem álcool diminuiu 10% (intervalo de confiança de 95% [-14, -5]). No entanto, não se sabe até que ponto a redução do limite de alcoolemia contribuiu para o resultado; no estudo não houve controle de outras medidas contra o álcool na direção que foram introduzidas simultaneamente, como penalidades mais severas e aumento da fiscalização, nem de outros fatores.

Redução no limite legal da taxa de alcoolemia; de 0,5 para 0,2g/l (Suécia): Borschos (2000) e Norsström & Laurell (1997) avaliaram o impacto de duas leis na Suécia regendo a redução do limite de alcoolemia de 0,5 para 0,2 g/l em 1990 e a redução do limite para infração gravíssima por dirigir sob o efeito do álcool e penalidades mínimas mais rigorosas para infração grave por dirigir com um nível (elevado) de alcoolemia de 1,5 a 1,0g/l. Ambos os estudos encontraram reduções iguais no número de acidentes com feridos e acidentes fatais em torno de 10% depois da introdução do limite de 0,2g/l. Borschos (2000) observou uma redução no número de acidentes fatais de 14% e uma redução no número de acidentes com feridos de 6% após a introdução da alteração do limite de alcoolemia para autuações graves. Todos os impactos são estatisticamente confiáveis. Não se pode excluir que tanto as tendências e as outras leis sobre dirigir sob o efeito do álcool quanto o aumento da fiscalização policial contribuíram para os resultados. O número de condutores que foram fiscalizados dobrou em relação ao número anterior depois da introdução do novo limite de alcoolemia (Glad e Vaa, 1997).

Redução do limite da taxa de alcoolemia para condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool: em 1988 em Maine (EUA) o limite da taxa de alcoolemia foi reduzido para 0,5g/l para os condutores detidos. Em 1995, esse limite foi reduzido para 0,0. Jones e Rodriguez-Iglesias (2004) mostra-

ram que a nova lei não teve qualquer impacto nas reincidências ou acidentes.

Redução do limite legal da taxa de alcoolemia para condutores jovens: os condutores jovens geralmente têm maior risco de acidente que outros condutores, e um estudo dos EUA (Peck et al., 2008) mostrou que o álcool aumenta o risco de acidentes em maior grau entre os condutores jovens (com menos de 21 anos) do que entre os condutores mais velhos. Nos EUA a maioridade para compra e consumo de álcool é 21 anos em todos os estados desde 1989 (Voas, Tippetts & Fell, 2003). Leis que proíbem condutores com idade mínima de dirigir sob o efeito do álcool (o limite de alcoolemia é geralmente de 0,1 ou 0,2 g/l) foram introduzidas em muitos estados nos EUA e na Austrália. O impacto dessas leis no número de acidentes que envolvem condutores jovens foi avaliado nos seguintes estudos, na maioria dos quais houve controle de mudanças nas leis e de fatores contextuais:

- Maisey, 1984 (Austrália);
- Haque et al., 1986 (Austrália);
- Haque & Cameron, 1989 (Austrália);
- Hingson et al., 1994 (EUA);
- Bartl & Esberger, 2000 (Áustria);
- Eisenberg, 2001 (EUA);
- Whetten-Goldstein et al., 2000 (EUA); e
- Voas et al., 2003 (EUA).

Na maioria dos estudos existia um programa de GDL (carteira de habilitação gradual) quando o limite legal da taxa de alcoolemia para condutores jovens foi reduzido. Estudos sobre a introdução de programas de GDL que reduziram o limite legal da taxa de alcoolemia não estão incluídos nesta análise. Os resultados estão expostos na tabela 8.6.1. Foram observadas reduções significativas no número de acidentes fatais com envolvimento de álcool e condutores jovens. Outros acidentes com condutores jovens não parecem ter sido afetados. Os resultados são apenas marginalmente afetados por deficiências metodológicas.

TABELA 8.6.1: IMPACTO DE LIMITES LEGAIS DA TAXA DE ALCOOLEMIA PARA CONDUTORES JOVENS NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes fatais	Acidentes com condutores jovens sob o efeito do álcool	-18	(-20; -15)
Acidentes fatais	Todos os acidentes com condutores jovens	+3	(-3; +9)
Acidentes com feridos	Acidentes com condutores jovens sob o efeito do álcool	-3	(-7; +0)

Legislação sobre o recolhimento da carteira de habilitação: a legislação sobre a medida administrativa de recolhimento da carteira de habilitação permite que a polícia confisque as carteiras de habilitação dos condutores que forem pegos com limite ilegal de álcool no sangue, sem que eles devam ser julgados em tribunal de trânsito. Às vezes, o recolhimento da carteira de habilitação acontece como uma punição obrigatória para os condutores julgados por condução sob o efeito do álcool no tribunal. A legislação sobre a medida administrativa de recolhimento da carteira de habilitação foi avaliada em vários estudos em que houve controle das leis sobre álcool e direção. Os estudos foram realizados nos EUA, exceto o de Sen (2001), que foi realizado no Canadá:

Evans et al., 1991;
Ruhm, 1996;
Voas et al., 2000;
Voas, Tippetts & Fell, 2000;
Whetten-Goldstein et al., 2000;
Young Likens, 2000;
Dee, 2001;
Eisenberg, 2001;
Sen, 2001;
Voas, Tippetts & Fell, 2003;
Bernat et al., 2004;
Kaplan & Prato, 2007;
Wagenaar et al., 2007.

A legislação sobre o recolhimento da carteira de habilitação pela justiça foi avaliada nas seguintes pesquisas realizadas nos Estados Unidos:

Wagenaar et al., 2007;
Young & Likens, 2000;
Whetten-Goldstein et al., 2000.

Estes estudos avaliaram o impacto geral das leis, ou seja, o impacto em todos os condutores. Os resultados foram resumidos na tabela 8.6.2.

Os resultados mostram que leis a respeito do recolhimento da carteira de habilitação por medida administrativa levam a reduções pequenas no número de acidentes fatais, porém estatisticamente confiáveis. Isso se aplica tanto a acidentes envolvendo álcool quanto a outros acidentes. O impacto é maior nos acidentes com álcool envolvido. O resultado se baseia principalmente em acidentes em que se sabe que pelo menos um dos condutores estava dirigindo sob a influência do álcool. O resultado que se aplica a acidentes envolvendo álcool (com o uso da variável proxy) foi baseado em tipos de acidente em que o álcool estava sobrerrepresentado (como, por exemplo, acidentes à noite nos finais de semana). O impacto nesses acidentes é um pouco menor do que o impacto nos acidentes em que se sabia que o álcool estava envolvido, algo que pode explicar porque nem todos esses acidentes envolvem o álcool efetivamente.

As leis sobre o recolhimento da carteira de habilitação pela justiça no tribunal parecem ser menos eficazes. Não foi encontrado nenhum impacto sobre todos os acidentes como um todo e somente uma redução em acidentes envolvendo álcool não é, estatisticamente, confiável. O resultado é baseado, principalmente, em acidentes nos quais se sabe que pelo menos um dos condutores estava dirigindo sob a influência de álcool.

Todos os resultados são, relativamente, consistentes entre os estudos e não parecem ser afetados por viés de publicação ou variáveis perturbadoras.

Lei antiacordo judicial: em alguns dos estados norte-americanos foram introduzidas leis que proíbem

TABELA 8.6.2: IMPACTO DAS LEIS DE RECOLHIMENTO DA CARTEIRA DE HABILITAÇÃO POR MEDIDA ADMINISTRATIVA E PELA JUSTIÇA NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Recolhimento da carteira de habilitação por medida administrativa			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-4	(-5; -3)
Acidentes fatais	Acidentes envolvendo álcool e direção	-8	(-11; -5)
Acidentes fatais	Acidentes envolvendo álcool e direção (com o uso da variável proxy)	-5	(-7; -3)
Recolhimento da carteira de habilitação no tribunal			
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-2	(-7; +4)
Acidentes fatais	Acidentes envolvendo álcool e direção	-4	(-8; +0)

acordos entre os promotores e os acusados visando punições mais brandas (*anti-pleabargaining*). O impacto nos acidentes foi estudado por Evans et al., (1991). Não foi encontrada nenhuma relação com o número de acidentes fatais envolvendo álcool e direção (+/- 0%; intervalo de confiança de 95% [-5; 7]). Uma visão geral da reincidência nos estados que introduziram essa legislação (Surla & Koons, 1988) sugere que a lei reduz o número de condutores condenados várias vezes por condução sob o efeito do álcool. Outros estudos de avaliação das leis anti-acordo estudaram a introdução simultânea de novas leis e, portanto, não foi possível avaliar o impacto das respectivas leis separadamente.

Idade para compra e consumo de álcool: foram encontrados três estudos sobre o impacto de diminuir a idade para a obtenção da carteira de habilitação completa de 20 para 18 anos em estados dos EUA (Brown & Maghsoodloo, 1981; Ferreira & Sicherman, 1976; Naor & Nashold, 1975). O impacto no número de acidentes envolvendo condutores jovens na faixa etária acometida foi um aumento de 22%, o que é estatisticamente confiável (intervalo de confiança de 95% [6; 40]).

Em 1984 nos Estados Unidos foram introduzidas penalidades contra os estados onde a idade mínima para o consumo de álcool era inferior a 21. Como consequência delas, a idade mínima para compra e consumo de álcool passou a ser 21 em todos os estados em 1989. Estudos anteriores verificaram que tanto a maioria para compra de álcool quanto os impostos sobre bebida alcoólica estão relacionados com o número de condutores jovens feridos em acidentes (Saffer & Grossman, 1987a, 1987b). O aumento da idade mínima para compra e consumo de álcool foi pesquisado nos seguintes estudos realizados nos EUA:

Naor & Nashold, 1975;
Ferreira & Sicherman, 1976;
Brown & Maghsoodloo, 1981;
Wagenaar, 1982;
Hingson et al., 1983;
Cook & Tauchen, 1984;
Males, 1986;
Dyke & Womble, 1988;
Eisenberg, 2001; e
Voas et al., 2003.

O impacto combinado que se verificou foi uma redução significativa do total do número de acidentes de 16% (intervalo de confiança de 95% [-24; -7]).

Na maioria dos estudos, controlou-se o número de acidentes com condutores que não estavam diretamente afetados pelas alterações relacionadas à carteira de habilitação completa.

Lei contra a venda de bebida alcoólica (*dram shop*): a lei contra a venda de bebida alcoólica (*dram shop*) torna possível que pessoas físicas processem estabelecimentos licenciados por servirem bebidas alcoólicas a pessoas visivelmente alcoolizadas ou menores de idade que posteriormente poderiam ferir outras pessoas. O impacto das leis contra a venda de bebida alcoólica (*dram shop*) nos acidentes foi investigado nestes estudos realizados nos Estados Unidos:

Ruhm, 1996;
Whetten-Goldstein et al., 2000;
Young & Likens, 2000;
Dee, 2001; e
Eisenberg, 2001.

Observou-se uma redução significativa do número total de acidentes fatais nos estados com a lei contra a venda de bebida alcoólica (*dram shop*) de 14% (intervalo de confiança de 95% [-21; -5]) e uma redução do número de acidentes fatais com álcool envolvido de 17% (intervalo de confiança de 95% [-24; -9]). Ambos os resultados são estatisticamente confiáveis. Não houve, entretanto, nenhuma diferença significativa entre o impacto nos acidentes envolvendo condutores sob o efeito do álcool e outros acidentes, e há uma significativa heterogeneidade nos resultados. Isso sugere que há outros fatores que não somente as leis contra a venda de bebida alcoólica (*dram shop*) que contribuíram para os resultados.

Leis que tornam possível qualquer pessoa denunciar outros indivíduos que servem álcool a menores ou adultos alcoolizados foram avaliadas por Whetten-Goldstein et al., (2000). Verificou-se uma relação com o número reduzido de acidentes envolvendo álcool e direção entre os adultos, mas não entre os condutores jovens. Stout et al. (2000) mostraram uma correlação entre essas leis e a condução sob o efeito do álcool autorrelatada.

Leis que regulamentam a disponibilidade de álcool: os estudos sobre a relação entre a disponibilidade de álcool e acidentes foram em sua maioria realizados nos EUA. As leis que regulamentam a disponibilidade (legal) de álcool têm como finalidade reduzir os impactos negativos na saúde e na sociedade do consumo de álcool de modo global, não somente

reduzir os acidentes de trânsito que envolvem álcool e direção. A seguir, estão resumidos os estudos que pesquisaram a relação dos acidentes viários com as diferentes leis que visam reduzir a disponibilidade de álcool.

Os resultados podem ser resumidos, o que faz com que as tentativas para reduzir a disponibilidade de álcool (proibição, redução do número de bares/lojas, preços elevados) não pareçam ser eficazes na redução de acidentes, apesar de vários estudos terem verificado que um maior consumo de álcool (em uma área geográfica) está relacionado com vários acidentes relatados envolvendo álcool e direção (Gruenewald & Ponicki, 1995; Kaplan & Prato, 2007; Voas et al., 2003).

Proibição total da produção e venda de álcool: a proibição foi introduzida em todos os estados dos EUA em 1920. Em alguns estados, uma proibição total da produção e venda de álcool já tinha sido introduzida em 1851. A proibição foi revogada em 1933, quando então ela já ficado altamente enfraquecida em muitos estados. Entre os motivos para revogar a proibição, estava o desejo de legalizar os ganhos com a venda de álcool. Sob a proibição, nem a produção nem a venda e nem o consumo de álcool cessaram, mas o consumo de álcool, a cirrose hepática e o número de condutores presos com álcool no sangue tinham diminuído, em especial no início da vigência da Lei Seca (*Prohibition*) e aumentou acentuadamente em seguida (Dills et al., 2005).

Proibições locais da venda de álcool: a venda de álcool ainda é ilegal em alguns municípios e regiões dos estados norte-americanos. O impacto nos acidentes foi estudado por:

Colón, 1983;
Colón, 1991;
Joksch, 1991;
Giacopassi & Winn, 1995;
Brown et al., 1996;
Ruhm, 1996;
Young & Likens, 2000;
Baughman et al., 2001;
Schulte Gary et al., 2003; e
Webster et al., 2008.

Os estudos são muito heterogêneos para que se possa calcular o impacto combinado. Os resultados parecem, num primeiro olhar, inesperados. A maioria dos estudos mostrou que há mais acidentes em áreas com proibição local da venda de álcool (“áreas se-

cas”) do que em áreas sem tal proibição (“áreas molhadas”), e alguns estudos verificaram mudanças pequenas ou inconsistentes no número de acidentes.

Os resultados podem ser resumidos de modo que haja muitas vezes mais acidentes em áreas secas, algo que pode ser devido a vários fatores, mas a proibição local sobre a venda de álcool provavelmente não está entre as razões. Em primeiro lugar, áreas secas têm mais acidentes porque os condutores estão dirigindo mais para comprar o álcool. Em segundo lugar, existem diferenças entre as áreas secas e molhadas que estão relacionadas com acidentes envolvendo álcool e direção. Entre outros, as áreas secas têm maiores porcentuais de zonas rurais, longas distâncias e maiores porcentuais de condutores detidos por estarem sob a influência de álcool, com problemas de alcoolismo e antecedentes criminais. Em terceiro lugar, a proibição local do álcool foi introduzida em áreas com acidentes em maior número e maior frequência (ligados ao álcool) do que em outras áreas. Quando houve controle do número de acidentes relacionados com o álcool antes da introdução de proibição local, verificou-se que houve menos acidentes relacionados com o álcool em áreas secas (Brown et al., 1996; Baughman et al., 2001).

Lojas e locais licenciados: a relação entre a densidade de distribuidores ou locais licenciados para a venda de álcool e os acidentes envolvendo álcool e direção foram pesquisados por:

Colón & Conter, 1983;
Giacopassi & Russell, 1995;
Gruenewald & Ponicki, 1995;
Gemeu & Brown, 1995;
Stevenson et al., 1998;
Whetten-Goldstein et al., 2000;
McCarthy, 2003;
Meliker et al., 2004; e
Treno et al., 2007.

As pesquisas são muito heterogêneas para que se possa calcular o impacto combinado. Os resultados também são divergentes. Algumas pesquisas mostraram que há mais acidentes nas áreas com mais estabelecimentos licenciados. Outras pesquisas, ao contrário, não verificaram nenhuma relação entre a densidade de lojas e locais licenciados e o número de acidentes. Uma possível explicação para o fato de que algumas pesquisas encontraram mais acidentes na área com muitas lojas e locais licenciados é que essas áreas são densamente habitadas (Meliker, 2004). Uma possível explicação para que os resul-

tados sejam inconsistentes é que uma área pouco habitada pode resultar em menor acesso ao álcool (preços mais elevados, distâncias mais longas), algo que pode reduzir os acidentes relacionados com o álcool e viagens mais confortáveis para comprar álcool, o que pode causar um aumento tanto no número total de acidentes quanto no número de acidentes relacionados ao álcool (McCarthy, 2003).

Preço das bebidas alcoólicas: a relação entre os preços das bebidas alcoólicas e os acidentes foi estudada por:

Saffer & Grossman, 1987;
Walsh, 1987;
Saffer & Chaloupka, 1989;
Evans et al., 1991;
Sloan et al., 1994;
Gruenewald & Ponicki, 1995;
Ruhm, 1996;
Dee, 1999;
Whetten-Goldstein et al., 2000;
Young & Likens, 2000;
Sen, 2001;
McCarthy, 2003;
Voas et al., 2003; e
Kaplan & Prato, 2007.

Não é possível calcular um efeito global, uma vez que todos os estudos utilizaram diferentes indicadores para os preços do álcool. Os resultados não são consistentes e sugerem que os preços das bebidas alcoólicas não têm nenhum impacto direto no número de acidentes. Alguns estudos descobriram que os preços mais elevados do álcool estavam ligados a menos mortes em acidentes com e sem envolvimento de álcool e direção. A relação com acidentes que não envolveram álcool e direção, no entanto, indica que pode haver outros fatores que não os preços do álcool que teriam contribuído para os resultados (Dee, 1999). Várias

outras pesquisas não verificaram nenhuma ligação entre o preço da cerveja ou outra bebida alcoólica e o número de acidentes fatais, independente de os acidentes terem ou não o envolvimento de álcool. Um estudo da Irlanda sugere que o consumo de álcool está associado com o número de acidentes fatais, mas que a renda (indicadores econômicos e desemprego) tem um impacto maior no consumo de álcool que os preços do álcool (Walsh, 1987).

Leis sobre o consumo de álcool no veículo: nos EUA há, em muitos estados, leis que regulamentam o consumo de álcool dentro do veículo. Nos estados com a lei chamada “open container” (ou “recipiente aberto”) é ilegal ter recipientes abertos de bebidas alcoólicas no veículo. Há também leis que tornam ilegal que todos os passageiros bebam bebidas alcoólicas no veículo (leis anticonsumo). O impacto das leis contra recipientes abertos nos acidentes foi pesquisado por Evans et al. (1991), Eisenberg (2001) e Whetten-Goldstein et al. (2000). As leis contra o consumo de álcool no veículo foram estudadas por Whetten-Goldstein et al. (2000). Os resultados estão resumidos na tabela 8.6.3.

Leis sobre testes aleatórios de alcoolemia: as leis que permitem que a polícia faça testes de alcoolemia de condutores sem que haja uma suspeita concreta de condução sob o efeito do álcool foram examinadas nos seguintes estudos, todos dos Estados Unidos:

Evans et al., 1991;
Eisenberg, 2001;
Ruhm, 1996;
Whetten-Goldstein et al., 2000; e
Saffer & Chaloupka, 1989.

O impacto combinado do número de acidentes fatais é uma redução de 1%, que não é estatisticamente confiável (intervalo de confiança de 95% [-4, +2]).

TABELA 8.6.3: IMPACTO DAS LEIS SOBRE O CONSUMO DE ÁLCOOL DENTRO DO VEÍCULO NOS ACIDENTES. VARIACÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Lei open container			
Acidentes fatais	Acidentes envolvendo álcool e direção	-9	(-13; -5)
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-4	(-9; +0)
Lei anticonsumo			
Acidentes fatais	Acidentes envolvendo álcool e direção	-3	(-11; +5)
Acidentes fatais	Todos os acidentes	-6	(-15; +3)

Não existem diferenças significativas entre os acidentes envolvendo álcool e os outros acidentes. O impacto é possivelmente um pouco menos favorável para os condutores jovens (+ 2%; intervalo de confiança de 95% [-6; 10]) que para os condutores como um todo (-2%; intervalo de confiança de 95% [-4, 1]).

Grupos de interesse privado: a introdução de novas leis geralmente vem associada a campanhas de informação e à cobertura da mídia. A cobertura da mídia e a introdução de novas leis podem estar relacionadas à atividade de vários grupos de interesse, como o Mothers Against Drunk Driving (MADD, ou “mães contra dirigir embriagado”) nos EUA. Rogers e Schoen (1994) estimaram que o MADD ajudou a reduzir o número de acidentes envolvendo álcool e direção em cerca de 9% a 11% após a introdução de novas leis sobre alcoolemia (limite da taxa de alcoolemia *per se*, penalidades mais severas, procedimentos administrativos simplificados). Estima-se que o impacto das novas leis (com o controle de certo número de outros fatores) seja uma redução no número de acidentes que envolveram álcool e direção de cerca de 2% a 8%. Eisenberg (2000, 2001) também descobriu que a atividade do MADD está relacionada com a redução do número de acidentes e mortes de condutores tanto com e sem o envolvimento de álcool. Nesses estudos muitos outros fatores relacionados à condução sob o efeito do álcool, acidentes e acidentes envolvendo álcool e direção foram controlados.

Não foi encontrado nenhum estudo sobre como os grupos interessados na venda de álcool afetam a legislação ou os acidentes. Em uma revisão de literatura, Nelson (2001) não encontrou nenhuma associação entre a publicidade de álcool e o consumo e nenhum impacto da proibição da publicidade de álcool no consumo do mesmo.

Introdução simultânea de várias leis: quando novas leis ou regulamentações são introduzidas, muitas

vezes não são leis novas, mas sim várias regulamentações. Nesses casos, não é possível distinguir entre os impactos das diferentes partes da lei ou das leis. Broughton e Stark (1986) examinaram o impacto de uma nova lei sobre álcool e direção em 1983 na Grã-Bretanha. Com as novas leis, tornou-se possível realizar testes aleatórios do bafômetro, as penalidades por conduzir alcoolizado foram aumentadas e foi introduzido o conceito de *high-risk offender* (infrator de alto risco). Epperlein (1987) pesquisou o impacto de um novo limite legal da taxa de alcoolemia *per se*, uma lei contra acordo judicial, penas mínimas obrigatórias e mais rigorosas e aumento da fiscalização da polícia no Arizona, EUA. Preusser et al. (1988) estudaram o impacto de penalidades mais rigorosas, do recolhimento da carteira de habilitação para os condutores autuados por embriaguez pela primeira vez e de uma lei contra acordo judicial em Wisconsin, EUA. Voas et al. (1998) estudaram o impacto de novas leis nos acidentes fatais com condutores jovens. As regulamentações incluem a simplificação dos procedimentos judiciais e criminalização reduzida, testes de alcoolemia aleatórios e um aumento nos pontos de fiscalização. Os impactos combinados e os impactos em determinados tipos de acidentes são apresentados na tabela 8.6.4. Observaram-se impactos maiores nos acidentes mais graves, maiores impactos nos acidentes ocorridos em áreas rurais do que em áreas urbanas (com base em Broughton et al., 1986) e maiores impactos nos acidentes à noite do que nos acidentes ocorridos durante o dia (com base na Epperlein, 1987).

Em Taiwan foram observadas reduções de mais de 50% no número de condutores mortos depois que as novas leis foram introduzidas, em 1999, com taxa legal de alcoolemia reduzida (0,25g/l em vez de 2,5g/l), multas elevadas, prisão e recolhimento da carteira de habilitação de condutores flagrados pela primeira vez e grande cobertura da mídia (Chang e Yeh, 2004). As leis foram introduzidas em resposta ao consumo de álcool assim como à condução sob

TABELA 8.6.4: IMPACTO DA INTRODUÇÃO DE VÁRIAS NOVAS LEIS PARA CONDUÇÃO SOB O EFEITO DO ALCOOL NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação porcentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Acidentes fatais	Todos	-14	(-22; -6)
Acidentes com vítimas	Todos	-5	(-11; +2)
Acidentes com vítimas	Acidentes em áreas urbanas	-2	(-7; +3)
Acidentes com vítimas	Acidentes em áreas rurais	-9	(-14; -4)
Acidentes com vítimas	Acidentes naturais	-16	(-26; -5)
Acidentes com vítimas	Acidentes durante o dia	-3	(-12; +7)

o efeito do álcool que tinham aumentado consideravelmente depois de 1996, ano em que a publicidade legal do álcool e os preços das bebidas alcoólicas diminuíram devido à redução nos impostos. Isso levou a um forte aumento no número de acidentes envolvendo álcool e direção.

Impacto na mobilidade

Não há evidência de qualquer impacto geral de algumas medidas na mobilidade. As leis que limitam a disponibilidade de álcool mostraram levar ao aumento do tráfego e a trajetos mais longos para ir para as lojas e locais licenciados para a venda de álcool e para voltar deles.

Impacto no meio ambiente

Não há nenhum impacto direto de algumas medidas nas condições ambientais. As leis que reduzem a disponibilidade de álcool (proibição local, densidade dos locais de venda/lojas, impostos) podem ter consequências na saúde e na sociedade positivas ou negativas se levarem à redução do consumo de álcool ou à atividade criminosa para a produção ou obtenção de álcool.

Custos

Os custos diretos relacionados com a regulamentação de álcool e direção incluem custos de desenvolvimento, projeto e administração das leis, além dos custos relacionados ao cumprimento da legislação, como, por exemplo, a fiscalização policial. Algumas leis podem afetar os custos administrativos dos procedimentos judiciais. As leis referentes à medida administrativa de recolhimento da carteira de habilitação reduzem os custos dos processos judiciais; outras leis podem levar a um aumento dos custos, como, por exemplo, as leis que aumentam a possibilidade de processar estabelecimentos ou indivíduos. As leis que regem a disponibilidade de álcool podem ter uma série de consequências econômicas, entre outras, por afetar os preços das bebidas alcoólicas e as receitas de impostos sobre a venda de álcool.

Avaliações de custo-benefício

Os benefícios e custos da introdução do limite legal da taxa de alcoolemia baixa especialmente para

condutores jovens foram avaliados em uma análise de custo-benefício norte-americana (Miller, Lestina e Spicer, 1997). A análise aplicou-se a uma possível introdução de um limite zero para condutores com menos de 21 anos (16 anos é a idade mais comum para se tirar a carteira de habilitação nos EUA). O benefício foi estimado em torno de USD 0,042 de custos de acidentes reduzidos por quilômetro percorrido para os condutores com idade entre 16 e 21 anos. Os custos foram estimados em torno de USD 0,0038 por quilômetro percorrido pelos mesmos condutores. Os custos consistiram na perda de benefícios pelo fato de a condução, previamente legal, ter-se tornado ilegal e pelos custos extras com as penalidades (recolhimento da carteira de habilitação e eventuais procedimentos jurídicos). Calcula-se que o benefício seja em torno de 11 vezes maior que os custos. A mesma pesquisa mostrou que os custos socioeconômicos esperados de acidentes por conta de dirigir sob o efeito do álcool com nível de alcoolemia acima de 0,8g/l foram maiores que os benefícios dos condutores nessas viagens.

Não foram feitas análises de custo-benefício para outras leis que regulam a condução sob o efeito do álcool. Faltam informações adequadas sobre os custos da introdução das leis e seu impacto no número de acidentes. Leis raramente são introduzidas como uma medida única, e o impacto depende em grande parte do grau em que a introdução das leis é complementada com, por exemplo, fiscalização policial. Além disso, muitas das leis têm várias finalidades além da redução dos acidentes de trânsito, e as análises de custo-benefício que não levam em conta, entre outros, os efeitos sociais e de saúde são, portanto, incompletas.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Em princípio, todos podem tomar a iniciativa para as medidas aqui discutidas, mas a iniciativa provavelmente terá um impacto maior se for tomada por organizações como a Trygg Trafikk, Motorførernes Avholdsforbund ou outros grupos de interesse.

Requisitos e procedimentos formais

O Ministério de Transportes é responsável por estas medidas via sua responsabilidade pelo Código de Trânsito.

Responsabilidade pela execução da medida

O Ministério da Justiça, por meio de sua divisão jurídica, é responsável pela revisão das regulamentações técnicas do projeto de lei. O Ministério de Transportes tem a responsabilidade pelo Código de Trânsito. Os ministérios, portanto, cooperam na implementação destas medidas.

8.7 CONTROLE DE CONDUÇÃO SOB O EFEITO DE ÁLCOOL NO SANGUE

Capítulo revisado por Alena Høyve (TØI) em 2009

Problema e finalidades

É ilegal dirigir com uma taxa de alcoolemia acima de um determinado nível. Na Noruega, o limite legal da taxa de alcoolemia é 0,2g/l. As consequências de dirigir sob o efeito do álcool são penalidades que abrangem o recolhimento da carteira de habilitação, multas e cadeia. Em muitos países, os condutores embriagados também podem ser condenados a, por exemplo, tratamento ou programas de reabilitação. Os controles da alcoolemia são necessários para que seja possível descobrir e punir condutores que dirigem sob o efeito do álcool, de preferência antes que se envolvam em acidentes ou os causem.

Os controles da alcoolemia têm como finalidade intimidar os condutores para que não dirijam após ingerir uma quantidade de álcool acima do limite legal. Pressupõe-se que o alto risco subjetivo de ser flagrado pela polícia por se estar dirigindo embriagado (junto com as consequências penais cabíveis) tenha um impacto de intimidação (Homel, 1988). Em teoria, quanto mais condutores tiverem a experiência de passar por fiscalizações policiais, aliado à imprevisibilidade destas e à impossibilidade de serem evitadas, maior será o impacto intimidante desses controles.

Descrição da medida

A polícia realiza os controles da alcoolemia. A forma de controle, tratada neste capítulo, é o controle estacionário, ou seja, postos de controle em que a polícia para os condutores para verificar se estão sob o efeito do álcool ou se ingeriram álcool. Estes postos de controle variam no que diz a respeito:

- ao tipo de procedimento, ou seja, se os condutores serão parados de forma aleatória, se todos os condutores serão obrigados a parar ou se a solicitação para pararem será feita apenas quando houver suspeita de ingestão de álcool (pelo modo de dirigir do condutor, por exemplo);
- a como o efeito do álcool será pesquisado; entre as possibilidades de teste estão os indicadores comportamentais e a análise de ar expirado, com a ajuda de sensores passivos ou amostra de sangue. Por regra, são retiradas amostras de sangue apenas quando há indicações concretas da ingestão do álcool, como, por exemplo, após um teste no bafômetro;
- a quão grandes e visíveis são os postos de controle, ou seja, o posto de controle pode consistir de um ou vários carros policiais. Na Austrália e Nova Zelândia, são utilizados sempre ônibus, que são especialmente equipados e bem visíveis, marcados com controles da alcoolemia e conhecidos como *booze buses* (“ônibus do álcool”);
- à frequência em que os controles são realizados: sistematicamente, em determinados períodos e locais ou aleatoriamente.

Além disso, os controles da alcoolemia podem, em maior ou menor grau, ser divulgados na mídia ou em campanhas. Algumas vezes os controles da alcoolemia são executados como “blitz”, ou seja, ocorrem muitos controles em um curto período, seguido de um período com nenhum controle ou com poucos.

Para poder realizar controles da alcoolemia, há o pressuposto de que é ilegal conduzir com uma quantidade de álcool no sangue acima de determinado nível, e a polícia tem o direito de realizar os controles da alcoolemia independente do comportamento de condução e do envolvimento em acidentes. Estas leis sobre a condução de veículos automotores agora foram introduzidas em vários países. Além do mais, para que os controles da alcoolemia se tornem mais eficientes, há o benefício de utilizar os resultados dos exames de concentração de ar alveolar expirado no tribunal, isto é, o exame de sangue não é necessário quando há um resultado do teste de ar alveolar expirado.

Uma forma de controle não abordada neste capítulo é o patrulhamento policial especializado em controles da alcoolemia.

Controles da alcoolemia na Noruega: os controles da alcoolemia podem ser realizados pelo princípio

aleatório, isto é, sem que haja uma desconfiança específica de condução sob o efeito do álcool (Vaa, 1993). Entretanto, o número total de ocorrências de condução sob efeito do álcool que a polícia descobre em controles de tráfego, que não são controles específicos de alcoolemia (em controles de velocidade, por exemplo), é três vezes o número de ocorrências de condutores que são descobertos em controles da alcoolemia (Hagen, 1992; Hagen, 1994). Glad & Vaas (1992) avaliaram que apenas se detecta um em cerca de 600.000 condutores.

A polícia pode utilizar exames de ar alveolar expirado ao invés de amostra sanguínea desde 1988. Uma concentração em 0,25 mg de álcool por litro de ar exalado é equivalente a 0,5 g de álcool por litro de sangue. Porém, utilizar resultados de testes de ar alveolar expirado em tribunais não era uma prática comum antes de 1995 (Bryhni, 2007).

Impacto sobre os acidentes

Foram encontrados 40 estudos sobre o impacto dos controles da alcoolemia nos acidentes:

Cameron, Strang & Vulcan, 1981 (Austrália);
Cameron & Strang, 1982 (Austrália);
Ross, 1982 (Grã-Bretanha);
Kearns & Goldsmith, 1984 (Austrália);
McLean et al., 1984 (Austrália);
Thomson & Mavrolefterou, 1984 (Austrália);
Armour, 1985 (Austrália);
Hardes et al., 1985 (Austrália);
L'Hoste, Duval & Lassarre, 1985 (França);
Mercer, 1985 (Canadá);

Voas, Rhodenizer & Lynn, 1985 (EUA);
Frank, 1986 (Austrália);
Åberg, Engdahl & Nilsson, 1986 (Suécia);
Derby & Hurst, 1987 (Nova Zelândia);
Barnes, 1988 (Austrália);
Homel, 1988 (Austrália);
King, 1988 (Austrália);
Evans, Nevile & Graham, 1990 (EUA);
Smith, Maisey & McLaughlin, 1990 (Austrália);
Cameron, Cavallo & Sullivan, 1992 (Austrália);
Wells, Preusser & Williams, 1992 (EUA);
Bailey, 1995 (Nova Zelândia);
Jones et al., 1995 (EUA);
Stuster & Blowers, 1995 (USA);
Törnros, 1995 (Suécia);
Mara, Davies & Frith, 1996 (Nova Zelândia);
Mercer, Cooper & Kristiansen, 1996 (Canadá);
Cameron et al., 1997 (Austrália);
Henstridge, Homel & Mackay, 1997 (Austrália);
Holder, Voas & Gruenwald, 1997 (EUA);
Lacey, Jones & Fell, 1997 (EUA);
Ryan, Hendrie & Allotey, 1997 (Austrália);
Diamantopoulou & Cameron, 1998 (Austrália);
Newstead, Cameron & Narayan, 1998 (Austrália);
Lacey & Jones, 2000 (EUA);
Agent, Green & Langley, 2002 (USA);
Mathijssen & de Craen, 2004 (Países Baixos);
Miller, Blewden & Zhang, 2004 (Nova Zelândia);
Fell, Langston & Tippetts, 2005 (EUA);
Tay, 2005 (Austrália).

A tabela 8.7.1 mostra os resultados mais importantes.

Todos os resultados na tabela 8.7.1 fazem referência ao impacto dos controles de alcoolemia no número total de acidentes nas áreas em que os controles da

TABELA 8.7.1: IMPACTO DOS CONTROLES DA ALCOOLEMIA NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

	Variação porcentual do número de acidentes	
	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Todos os resultados		
Sem controle do viés de publicação:	-17	(-20; -14)
Com controle do viés de publicação:	-14	(-18; -11)
Estudos com grupo de controle		
Sem controle do viés de publicação:	-13	(-15; -10)
Com controle do viés de publicação:	-9	(-12; -7)
Austrália		
Sem controle do viés de publicação:	-22	(-26; -17)
Com controle do viés de publicação:	-17	(-22; -11)
Austrália, estudos com grupo de controle	-13	(-14; -12)

alcoolemia foram realizados. Não foram separados os diferentes níveis de gravidade ou tipos de acidente. Alguns estudos pesquisaram o impacto dos controles de alcoolemia com os chamados *checkpoints*, como uma nova forma de controle; outros pesquisaram um aumento da abrangência de controle; no entanto, o impacto não é diferente entre estes dois grupos.

A tabela 8.7.1 mostra que, em grande escala, os resultados são dependentes das características metodológicas das pesquisas. Em todos os resultados, vistos uniformemente, encontrou-se uma redução do número de acidentes em 17%. Com o controle do viés de publicação, houve uma redução de 14%. Foram encontrados menos impactos em estudos com grupo de controle do que em estudos sem o grupo de controle.

Foram encontrados mais impactos significativos na Austrália do que em outros países. Os estudos da Austrália que utilizaram um grupo de controle descobriram uma redução no número de acidentes de 13%. Este resultado não parece ter sido influenciado pelo viés de publicação. Uma redução de 13% pode ser avaliada como o limite superior do impacto que pode ser esperado pelos controles de alcoolemia, uma vez que o impacto na Austrália é maior do que em outros países e que este resultado se baseia nos estudos de melhor metodologia.

Há mais diferenças entre a Austrália e outros países que podem ter contribuído para os resultados positivos dos controles da alcoolemia australianos:

- na Austrália a direção sob o efeito do álcool era mais difundida do que em outros países, e o álcool estava envolvido em uma parcela maior dos acidentes fatais do que em outros países;
- o número de controles da alcoolemia por condutor habilitado é alto na Austrália. A taxa nos estados de Victoria e Nova Gales do Sul era de 51% em 1994 e 37% em 1998. Na Suécia, a taxa fica em torno de 17% (e é quase a maior taxa da Europa, superada apenas pela Finlândia, mas a Finlândia não está representada nos estudos de controles da alcoolemia);
- os controles da alcoolemia na Austrália são sempre executados nos chamados *booze buses* (“ônibus do álcool”). Os postos de controle são bem visíveis, assim como é bem visível que se trata de fiscalização de condução sob o efeito do álcool.

- Resume-se, a seguir, como vários outros fatores influenciam o impacto dos controles da alcoolemia:
- o impacto é maior nos primeiros 6 meses após a realização dos controles da alcoolemia ou após o aumento da intensidade do controle;
- o impacto é provavelmente maior quando os testes são realizados em todos os condutores parados nos postos de controle do que apenas nos condutores dos quais há certa desconfiança de que estejam sob o efeito do álcool. Não é possível investigar se o impacto é diferente com relação à parada obrigatória de todos os condutores, à parada dos condutores de acordo com um princípio aleatório ou à parada dos condutores quando se desconfia que estejam sob o efeito do álcool;
- o impacto não parece ser diferente para diferentes níveis de gravidade de acidentes. A maioria dos estudos investigou os impactos nos acidentes com feridos ou acidentes com vítimas fatais. Apenas uma pequena porcentagem dos resultados fez referência aos acidentes com nível de gravidade não especificado;
- o impacto também não parece ser diferente com relação à existência ou não do envolvimento com álcool nos condutores envolvidos nos acidentes. Entretanto, isso talvez se deva ao fato de não haver informações sobre o efeito do álcool na maioria dos estudos. Por conta disso, muitos estudos pesquisaram o impacto nos acidentes em que se julga que haja a presença do álcool, como, por exemplo, nos acidentes de sexta-feira ou sábado à noite. Mesmo que esses acidentes tenham a presença de álcool em níveis superiores do que em outros acidentes, há uma mistura de acidentes “com” e “sem” álcool, e o resultado poderia ser visto de outra maneira se houvesse o conhecimento de que o condutor de fato estava ou não sob o efeito do álcool.

A frequência da realização de campanhas simultaneamente com controles da alcoolemia não parece ter alguma relação com o impacto dos controles citados.

Impacto na mobilidade

Não se considera que as medidas apresentadas neste capítulo tenham influências gerais na mobilidade. A redução da velocidade ocorrerá para todos os condutores a serem testados em controles aleatórios de alcoolemia.

Impacto no meio ambiente

Não se considera que as medidas apresentadas neste capítulo tenham influências gerais no meio ambiente.

Custos

Com base nos números de 1992 (Hagen, 1994), suplementados pelos números de 1995 (Elvik, 1997), podem ser calculados os custos socioeconômicos de hoje nos controles e multas por conta da condução sob o efeito do álcool (valores de 1995):

- controles da alcoolemia: NOK 40 milhões;
- multas e penas de reclusão por condução sob o efeito do álcool: NOK 93 milhões;
- recolhimento da carteira de habilitação/custos administrativos: NOK 17 milhões;
- novo exame de direção para obter nova carteira de habilitação: NOK 14 milhões;
- soma dos custos socioeconômicos: NOK 164 milhões.

No cálculo dos custos públicos, há um fator de custo fiscal socioeconômico de 0,2 acrescentado ao custo orçamentário. Os custos para novo exame de direção são do candidato e incluem uma taxa para a emissão da carteira de habilitação que cobrirá os custos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para o exame de direção e emissão da carteira. Por conta disso, não foram incluídos alguns custos adicionais para esses exames de direção da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. É previsto que todos que tiveram a carteira de habilitação recolhida se inscrevam para um novo exame de direção para obter a carteira de volta. Além disso, é previsto que a taxa de reprovação nesses exames de direção seja igual à média para todos os respectivos exames.

Avaliações de custo-benefício

Foi realizada uma análise de custo-benefício para um aumento de controles da alcoolemia na Noruega com base nas seguintes pré-condições (Elvik, 2006): uma triplicação do número de testes da taxa de alcoolemia leva a uma redução no número de acidentes com vítimas fatais de 3% e a uma redução no número de acidentes com feridos e com danos materiais de 1%. O benefício anual é calculado em

NOK 340 milhões, das quais NOK 312 milhões correspondem à redução dos custos com acidentes e NOK 2 milhões, à redução dos custos com o meio ambiente. A triplicação do número de controles custa cerca de NOK 266 milhões por ano. O benefício é, conseqüentemente, maior que os custos, sendo que a fração de custo-benefício é de 1,2.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O Ministério da Justiça é responsável pela atividade de controle realizada pela polícia, tanto no que se diz a respeito à abrangência quanto à sua realização. Ele pode tomar a iniciativa de eventualmente aumentar a atividade do controle.

Requisitos e procedimentos formais

Regras mais detalhadas sobre o controle policial são fornecidas nas instruções para patrulhamento da polícia móvel e notas do Ministério da Justiça para os distritos policiais.

As exigências técnicas para os equipamentos utilizados pelo controle policial e as regras para sua utilização são determinadas pelo Ministério da Justiça. As bases legais para os controles policiais são encontradas no Código de Trânsito, § 10, capítulo 8.3.

Responsabilidade pela execução da medida

A gestão central de policiamento elabora anualmente um planejamento geral para a atividade. Isso determina como as patrulhas serão distribuídas entre os 9 distritos de policiamento do país e, com isso, qual a capacidade de controle que haverá em cada parte do país. Cada distrito de policiamento é administrado por um chefe de distrito, que tem a responsabilidade pelo planejamento prático da atividade de fiscalização. A polícia local deve executar o controle de tráfego várias vezes ao ano. A frequência dos controles pela polícia local é determinada em *Instruks for politiets trafikkontroll* (*Instruções para o Controle de Trânsito*). O policiamento móvel pode coordenar seus controles com os controles da polícia local. As despesas com os controles são cobertas pelo orçamento geral do estado.

8.8 RESTRIÇÕES PARA CONDUTORES CONDENADOS POR CONDUZIR SOB O EFEITO DO ÁLCOOL

Capítulo escrito por Alena Høye (TØI) em 2008

Problema e finalidades

Os condutores que dirigem sob o efeito do álcool são um risco no trânsito tanto para si próprio quanto para as outras pessoas. Eles também demonstraram ser relativamente resistentes a punições e tratamentos. Isso vale especialmente para os condutores que são pegos repetidas vezes com uma taxa de alcoolemia acima do limite legal. As causas podem ser postura, estilo de vida ou dependência alcoólica, que podem ser difíceis de mudar com a imposição de medidas. Uma possibilidade para reduzir o risco que esses condutores representam é reduzir sua participação no tráfego totalmente ou enquanto estiverem sob a influência do álcool. Considera-se que essas medidas têm um impacto intimidador tanto para os condutores em geral quanto para aqueles que são afetados pelas medidas.

Descrição da medida

As medidas descritas neste capítulo são: recolhimento da carteira de habilitação, retenção do veículo e medidas similares, e trava antiálcool. Sentenças de prisão e diversos procedimentos de vigilância eletrônica estão descritas nos capítulos 8.11 e 8.12 deste manual.

O mais comum e menos radical destes métodos é o **recolhimento da carteira de habilitação**. Isso vale tanto na Noruega quanto em outros países. Em muitos países foram instauradas leis sobre a medida administrativa de recolhimento da carteira de habilitação. Sob tal lei, a carteira de habilitação pode ser recolhida pela polícia quando um condutor é flagrado com taxa de alcoolemia acima do limite legal sem que seja preciso ir para o tribunal. O risco de flagrar condutores dirigindo enquanto estão com a carteira de habilitação recolhida é, entretanto, pequeno se eles não se envolverem em acidentes. Mostrou-se que muitos condutores com carteira de habilitação recolhida ainda continuam a dirigir. Nos EUA, esta taxa foi estimada em até 75% (Peck & Voas, 2002).

Uma carteira de habilitação eletrônica, que deve ser utilizada para dar a partida em um veículo, pode

reduzir a porcentagem de condutores com carteira de habilitação recolhidas ou vencidas dirigindo ilegalmente. Os veículos de condutores com carteira de habilitação recolhidas podem ser modificados de tal forma que eles só possam ser ligados com uma carteira de habilitação válida, ou todos os veículos poderiam ser equipados com esses dispositivos. Não foram encontrados estudos sobre carteira de habilitação eletrônica.

Muitos países (alguns estados dos EUA, Nova Zelândia, Canadá) introduziram leis para **reter o veículo** de condutores que dirigem sem uma carteira de habilitação ou com uma taxa de alcoolemia acima do limite legal. Em princípio, na Noruega também é possível reter o veículo. Essas medidas são sempre medidas administrativas, isto é, a polícia pode reter o veículo no local. Por regra, o veículo é retido pelo mesmo período que o do recolhimento da carteira de habilitação. Para poder receber o veículo, o proprietário deve pagar diversas despesas e taxas para que a polícia e o Estado não arquem com esses custos. Se o condutor não for o proprietário do veículo, por regra ele poderá, mesmo assim, ser retido, mas o proprietário poderá, sob este pressuposto, receber o veículo (caso, por exemplo, o proprietário consiga provar que ele não tinha conhecimento de que o condutor estava dirigindo sob o efeito do álcool ou que o condutor não tinha carteira de habilitação). Como alternativa para a retenção do veículo, o registro ou a placa do veículo podem ser recolhidos, ou pode ser colada uma etiqueta adesiva na placa (Voas & DeYoung, 2002). O confisco de veículos (para leilão) é menos utilizado, principalmente por motivos de procedimentos administrativos minuciosos e porque os veículos apreendidos são sempre de pequeno valor.

Mostrou-se que os condutores que tiveram o veículo retido têm menos possibilidade de dirigir do que condutores com apenas carteira de habilitação recolhida. As possibilidades de emprestar o veículo também podem ser reduzidas, especialmente para os condutores que tiverem um veículo emprestado apreendido (Voas & DeYoung, 2002).

Uma medida que tem por finalidade reduzir a condução sob o efeito do álcool, mas não a condução de maneira geral, é a trava antiálcool. A trava é um dispositivo de teste de alcoolemia conectado à chave de ignição do veículo. O motor pode ser ligado apenas após o condutor realizar um teste de assopro mostrando que não ingeriu álcool (Assum & Hagman, 2006). A trava pode ser instalada no

veículo de condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool, como uma parte, por exemplo, de um programa de reabilitação em combinação com uma liberdade condicional ou como alternativa ao recolhimento da carteira de habilitação ou do veículo. Outra possibilidade da utilização da trava antiálcool é sua instalação em veículos de pessoas que pertencem a um grupo de risco especial, como, por exemplo, táxis, ônibus ou veículos que se envolvem com frequência em acidentes relacionados a álcool (como motos de neve ou lanchas, por exemplo).

Impacto sobre os acidentes

Na avaliação das medidas descritas neste capítulo, é necessário diferenciar entre impactos gerais e específicos. Com relação aos impactos gerais, considera-se que o impacto sobre todos os condutores ou sobre os condutores em risco de serem afetados por uma medida (como, por exemplo, condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool que podem ter o veículo retido se dirigirem mesmo com a carteira recolhida). Com relação aos impactos específicos, considera-se o impacto da medida sobre os condutores afetados por ela, ou seja, os condutores que tiveram a carteira de habilitação ou o veículo recolhidos ou os condutores em cujos veículos foram instaladas travas antiálcool (Nochajski & Stasiewicz, 2006). Também é importante diferenciar o impacto sobre os condutores que tiveram a carteira de habilitação ou o veículo retido ou em cujos veículos foram instaladas travas antiálcool e o impacto sobre os condutores após a remoção das medidas.

Recolhimento da carteira de habilitação: foram encontrados três estudos que avaliaram o impacto específico do recolhimento da carteira de habilitação, ou seja, o impacto nos acidentes dos condutores que tiveram a carteira de habilitação recolhida por dirigir sob o efeito do álcool (Hagen, 1978; Preusser et al., 1988; Siskind, 1996). Uma visão geral sobre os resultados é fornecida pela tabela 8.8.1. Siskind (1996) pesquisou o número de acidentes no período em que os condutores tiveram suas carteiras de habilitação recolhidas e comparou-o com o número de acidentes após a devolução dessas carteiras para os condutores. Isso explica que o impacto é maior do que nas duas outras pesquisas, em que os condutores não tiveram as carteiras de habilitação recolhidas em todo o período de prova. Siskind (1996) comparou o impacto sobre os acidentes entre diferentes grupos de condutores. Os resultados mostraram que o impacto foi maior entre condutores com uma ou duas condenações por dirigir sob o efeito do álcool do que entre condutores com mais que duas condenações anteriores por dirigir sob o efeito do álcool. O impacto no número de condenações por dirigir sob o efeito do álcool foi muito próximo ao impacto sobre o número de acidentes. O número total de infrações de trânsito também diminuiu em ordem de grandeza semelhante, mas sem nenhuma relação sistemática com o número de condenações anteriores.

Diversos estudos mostraram que muitos condutores com carteira de habilitação recolhida continuaram a dirigir mesmo assim. A taxa avaliada varia entre 32% (Williams et al., 1984) e 75% (Peck & Voas,

TABELA 8.8.1: IMPACTO DO RECOLHIMENTO DA CARTEIRA DE HABILITAÇÃO NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Estudo	Condutores	Período de análise	Acidentes e gravidade dos acidentes	Impacto nos acidentes	
				Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Hagen (1978), Califórnia, EUA	Condenado várias vezes por dirigir sob o efeito do álcool	6 anos, dos quais um período com Carteira de Habilitação recolhida	Acidentes com feridos	-35	(-47; -21)
			Acidentes por motivos de álcool e direção	-25	(-37; -9)
Preusser et al. (1988), Wisconsin, EUA	Primeira condenação por dirigir sob o efeito do álcool	1 ano, dos quais de 3 a 6 meses com a Carteira de Habilitação recolhida	Todos os acidentes	-21	(-28; -24)
			Acidentes com feridos	-16	(-28; -3)
Siskind (1996)	Todos condenados por dirigir sob o efeito do álcool	Carteira de Habilitação recolhida	Todos os acidentes	-65	(-70; -60)
	Condutores com mais que duas condenações por dirigir sob o efeito do álcool	Carteira de Habilitação recolhida	Todos os acidentes	-56	(-71; -36)

2002). Williams et al. (1984) mostraram que 61% de todos os condutores com carteira de habilitação recolhida que foram condenados por dirigir sob o efeito do álcool pela terceira vez haviam sido autuados com infrações de trânsito no período em que sua carteira de habilitação estava recolhida. De acordo com um estudo americano (Parker, 2003), os condutores com carteira de habilitação recolhida estão envolvidos em um de cada cinco acidentes. No que se refere ao impacto sobre as reincidências, mostrou-se que o recolhimento da carteira de habilitação é mais efetivo quando ela é recolhida por no mínimo um ano e meio (Nochajski & Stasiewicz, 2006).

Um estudo dinamarquês (Bernhoft og Behrendorff, 2000) mostrou que cerca da metade de todos os condutores envolvidos em acidentes com feridos e que estavam com índice de alcoolemia acima do limite permitido não tinha carteira de habilitação válida. Entre esses condutores, julga-se que o recolhimento da carteira de habilitação não tem nenhum impacto sobre a condução sob o efeito do álcool.

O impacto geral do recolhimento da carteira de habilitação, isto é, o impacto das leis sobre o recolhimento da carteira de habilitação nos acidentes com outros condutores está descrito no capítulo 8.6.

Retenção do veículo: foram encontrados muitos estudos sobre a retenção do veículo e medidas similares. Uma vez que há grandes diferenças entre essas pesquisas de acordo com o tipo de medida, período de análise, condutores, etc., não foi realizada uma análise em conjunto. Uma visão geral dos resultados é fornecida pela tabela 8.8.2.

Todos os estudos são relativamente bem controlados e demonstram que a retenção do veículo e medidas parecidas reduzem a condução sob o efeito do álcool, outras infrações e os acidentes tanto no período em que o veículo ficou retido quanto depois. Alguns estudos também verificaram um impacto geral e intimidador, ou seja, os condutores que estão em risco de terem seus veículos retidos (porque a carteira de habilitação foi recolhida, por exemplo) cometem poucas infrações e se envolvem em poucos acidentes. Isso indica que a retenção do veículo tem um impacto mais forte e mais duradouro do que apenas o recolhimento da carteira de habilitação.

O impacto pode ser devido à intimidação, ou seja, os condutores evitam cometer infrações ou ter problemas com pessoas de quem emprestam os veículos. Os impactos também podem se dever à diminuição

do acesso ao veículo. Nem todos os veículos retidos, quando liberados, são retirados pelo proprietário, e os condutores que tiveram o veículo retido podem ter dificuldades para conseguir veículos emprestados.

Trava antiálcool: muitos estudos descobriram que a trava antiálcool reduz a condução sob o efeito do álcool e novas condenações por dirigir sob o efeito do álcool no período em que ela é instalada no veículo de condutores condenados (Beck et al., 1999; Bjerre, 2005; Bjerre & Laurell, 2000; Bjerre & Thorson, 2008; Coben & Larkin, 1999; Nochajski & Stasiewicz, 2006; Voas et al., 1999). Em muitos estudos, a participação em programas de instalação da trava antiálcool é voluntária, sempre em troca de redução de multas. Mostrou-se que quase todos os condutores escolhem a trava para terem suas multas reduzidas (DeYoung, 2002; Voas & Marques, 2004; Voas et al., 2002). Há, por conta disso, prováveis grandes diferenças entre os condutores que participam e os que não participam dos programas de trava antiálcool. Além disso, a trava está, por regra, interligada às medidas de tratamento e aos requisitos para a abstinência do álcool. Por conta disso, provavelmente há outros fatores, além de apenas a trava, que contribuem para as diferenças entre condutores com e sem a trava antiálcool.

Não foi encontrada uma redução de reincidências em todos os estudos, e alguns dos estudos dos EUA descobriram que a trava antiálcool é menos efetiva em reduzir as reincidências do que o recolhimento da carteira de habilitação (DeYoung, 2002). Após a remoção da trava dos veículos de condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool, não foram encontradas, na maioria dos estudos, diferenças no número de novas condenações por envolvimento com álcool entre os condutores que por um período tiveram a trava antiálcool e os outros condutores (Baxet al., 2001; Beck et al., 1999; DeYoung, 2002; Nochajski & Stasiewicz, 2006; Voas et al., 1999).

A trava antiálcool foi testada em veículos comerciais na Suécia (Bjerre & Kostela, 2008; Bjerre, 2005) e em ônibus na Noruega (Assum & Hagman, 2006). Nestes estudos, a trava foi instalada em todos os veículos das empresas que participaram da pesquisa. A taxa de todas as ignições bloqueadas pela trava foi de 0,34% no primeiro experimento na Suécia (Bjerre, 2005; veículo pesado e táxi, limite de 0,2g/l) e 0,19% na segunda tentativa na Suécia (Bjerre & Kostela, 2008; veículo pesado, limite de 0,2g/l). Em um estudo de trava antiálcool para condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool no Cana-

TABELA 8.8.2: IMPACTO NOS ACIDENTES E INFRAÇÕES DE TRÂNSITO DA RETENÇÃO DO VEÍCULO. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Estudo	Condutores	Grupo controle	Acidentes/infração	Impacto	
				Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Retenção do veículo (lei): impacto geral					
Sen (2001)	Todos os condutores em estados com a medida administrativa de retenção de veículo	Todos os condutores em estados sem a medida administrativa de retenção de veículo	Todos os acidentes	-19%	(-18; +54)
Retenção do veículo de condutores sem carteira de habilitação válida: impacto específico					
DeYoung (1999, 2000)	Condutores 1 ano após a retenção do veículo	Condutores com carteira de habilitação recolhida (antes da introdução da lei)	Todos os acidentes	-29%	(-41; -15)
	Condutores com carteira de habilitação recolhida após a introdução da lei	Condutores com carteira de habilitação válida	Todos os acidentes	Nenhuma diferença significativa	
Retenção de veículo dos condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool: impacto específico					
Voas et al. (1997; 2000)	Condutores durante o período de retenção do veículo	Condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool que não tiveram os veículos retidos (erro administrativo)	Dirigir sob o efeito do álcool e outras infrações de trânsito	cerca de -50% - 60%	
	Condutores 1 ano após a retenção do veículo	Condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool que não tiveram os veículos retidos (erro administrativo)	Dirigir sob o efeito do álcool e outras infrações de trânsito	cerca de -25% - 30%	
Retenção de veículo dos condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool: impacto específico					
Crosby (1996)	Condutores com veículos retidos		Infração de trânsito	cerca de -50%	
Etiquetas adesivas na placa dos veículos de condutores com carteira de habilitação apreendida: impacto específico					
Voas, Tippetts & Lange (1997)	Condutores com carteira de habilitação recolhidas sem etiqueta adesiva	Condutores com carteira de habilitação recolhidas antes da introdução da lei	Todos os acidentes	-7	(-21; +10)
	Condutores com carteira de habilitação recolhidas e etiqueta adesiva na placa	Condutores com carteira de habilitação recolhidas sem etiqueta adesiva	Todos os acidentes	-13%	(-17; -9)
Retenção da placa de veículos de condenados por conduzir sob o efeito do álcool: impacto específico					
Rogers (1994)	Condutores com placas retidas, 2 anos		Dirigir sob o efeito do álcool	cerca de -50%	

dá, a taxa correspondente foi de 0,57% (Marques et al., 2001; limite 0,4g/l). Uma vez que os condutores sabiam que eles tinham de fazer um teste de alcoolemia para dar a partida no veículo, é provável que isso não represente o número de vezes que um condutor teria dado a partida no veículo se a trava não tivesse sido instalada. Não é conhecido o quão confiável é o teste de alcoolemia pela trava antiálcool e qual a porcentagem de tentativas de ignição que falharam devido a problemas técnicos ao invés do álcool.

Não foram encontradas pesquisas sobre como a trava antiálcool influenciou o envolvimento em aci-

dentes em que o número de acidentes seja grande o suficiente para que se possam fazer análises estatísticas significativas.

Impacto na mobilidade

As medidas apresentadas neste capítulo influenciam a mobilidade dos condutores que tiveram a carteira de habilitação recolhida ou o veículo retido. Durante o recolhimento da carteira de habilitação é possível, na Noruega, considerar em qual grau um condutor depende de poder dirigir em determinação da pena. Quando o automóvel é retido, outras

peças também podem ser afetadas: membros da família, por exemplo. A trava antiálcool impede que o condutor dirija sob o efeito do álcool e não afeta outras pessoas que tenham a necessidade de utilizar o veículo.

Impacto no meio ambiente

O recolhimento da carteira de habilitação ou do veículo levará a uma redução do tráfego, mas isso provavelmente é tão insignificante que não terá nenhuma influência visível no meio ambiente.

Podem ser gerados impactos sociais por conta da retenção do veículo e por conta da trava antiálcool, em virtude dos custos que estão interligados às medidas cabíveis aos condutores condenados. Nem todos os condutores têm condições de buscar ou substituir um veículo retido ou de participar de um programa de trava antiálcool.

Custos

Não há números de custos recentes das consequências penais ou do recolhimento da carteira de habilitação ou da retenção do veículo. Os custos da retenção do veículo compreendem predominantemente custos administrativos e a armazenagem do veículo. Estes custos devem, por regra, ser cobertos pelo proprietário do veículo. Quando o veículo é retido (ou quando o proprietário não o busca), o veículo é posto em leilão.

Os custos pela utilização da trava antiálcool na Suécia são estimados em cerca de 1.700 € pela instalação e 225 € anuais para operações e manutenções.

Avaliações de custo-benefício

No que se diz a respeito ao recolhimento de carteiras de habilitação de condutores condenados por dirigir sob o efeito do álcool, uma análise de custo-benefício norueguesa (Elvik, 1997) mostra que o benefício socioeconômico é de cerca de NOK 283 milhões por ano. Isso se divide em NOK 281 milhões em custos pela prevenção de acidentes e NOK 2 milhões em custos pela prevenção de dano ao meio ambiente. Os custos socioeconômicos do recolhimento da carteira de habilitação são de aproximadamente NOK 17 milhões. Além disso, somam-se os custos de cerca de NOK 14 milhões

por conta de novos exames de direção e emissão de carteiras de habilitação quando se encerra o tempo de recolhimento. Juntos, os custos totalizam NOK 31 milhões. O benefício é significativamente maior que os custos ($283/31 = 9,2$).

A retenção do veículo mostrou ser efetiva na redução de acidentes. Quando o próprio condutor arca com os custos da retenção, da forma como é feito nos EUA, a medida, por conta disso, tem uma boa relação custo-benefício. Pressupõe-se que os custos gerados para o condutor, em que também se inclui a redução da mobilidade, não são considerados no cálculo dos custos socioeconômicos.

Não foram realizadas análises de custo-benefício para a trava antiálcool, uma vez que não há estudos do seu impacto no número de acidentes.

Foi criada na Noruega uma previsão de custos para a instalação da trava antiálcool em todos os veículos pesados (acima de 7,5t). Avaliou-se que a trava teria uma boa relação custo-benefício se o número de vítimas fatais e de acidentes com feridos graves diminuísse em cerca de 30%. Entretanto, isso é improvável. O álcool está envolvido em apenas 12% de todos os acidentes com vítimas fatais, e muitos estudos mostraram que ele é mais raro em acidentes em que não há vítimas fatais; além disso, os condutores de veículos pesados dirigem mais raramente com uma taxa de alcoolemia acima do limite legal do que os outros condutores (Assum & Høye, 2009). Consequentemente, seria improvável que a instalação da trava em todos os veículos pesados tivesse uma boa relação custo-benefício.

Responsabilidade e procedimentos formais

A perda do direito de dirigir é determinada tanto por uma medida administrativa quanto por uma sentença do tribunal. No tocante à condução sob o efeito do álcool, apenas a sentença é apropriada, visto que o limite para a perda do direito de dirigir foi modificado de 0,4‰ (para o qual poderia ser emitida uma multa) para 0,5‰, caso que, por regra, precisa ser decidido no tribunal (2012).

A retenção do veículo regularmente é uma medida administrativa.

A trava antiálcool pode ser uma penalidade determinada no tribunal ou uma condição para que os condutores condenados por dirigir sob o efeito do

álcool mantenham a carteira de habilitação. A trava também pode ser uma medida voluntária para assegurar a qualidade dos transportes, como, por exemplo, em empresas de transporte, como empresas de transporte coletivo, táxis e transportadoras.

Responsabilidade pela execução da medida

A polícia tem a responsabilidade pelo recolhimento da carteira de habilitação ou pela retenção do veículo.

8.9 TRATAMENTO PARA CONDUTORES CONDENADOS POR CONDUZIR SOB O EFEITO DO ÁLCOOL

Capítulo escrito por Alena Høye (TØI) em 2008

Problema e finalidades

Os condutores que são flagrados pela polícia com nível de álcool no sangue acima do limite legal muitas vezes têm problemas de alcoolismo. Isso se aplica em especial a condutores que são repetidamente detidos embriagados e que são flagrados com altas concentrações de álcool no sangue. As penalidades e sanções (recolhimento da carteira de habilitação, multas, prisão) nem sempre levam a mudanças nos hábitos de beber e conduzir dos condutores alcoolizados e não ajudam no tratamento do alcoolismo (Fowler & Alcorn, 2002).

Medidas de educação e de tratamento que visam mudar o comportamento dos condutores podem, portanto, ser uma alternativa ou um complemento para as penalidades clássicas. Há algumas discussões sobre a questão de até que ponto beber e dirigir deve ser considerado um problema de saúde ou uma infração penal (Ferguson et al., 1999). Ambas as abordagens têm sua legitimidade, de acordo com McKnight (1995). Condutores dependentes do álcool dificilmente representarão menos risco no trânsito se não receberem tratamento. Quando se considera a condução sob o efeito do álcool como um ato criminoso, é o condutor, e não a sociedade, que representa os custos para as medidas.

Descrição da medida

O tratamento e a reabilitação de condutores condenados por terem dirigido sob o efeito do álcool são

utilizados em alguns países para aqueles que foram julgados várias vezes por dirigir sob o efeito do álcool, muitas vezes em combinação com penalidades ou como uma alternativa para as mesmas. Algumas características gerais do programa de tratamento são descritas a seguir:

Foco nos problemas: o tratamento pode se concentrar em problemas de alcoolismo e ter uma abordagem terapêutica ou ter uma abordagem mais educativa, com foco em comportamentos específicos. Alguns programas podem não ter nenhum foco específico ou moral. Os programas educacionais são os mais utilizados, enquanto o tratamento terapêutico é efetuado principalmente junto aos condutores com sérios problemas de alcoolismo. Uma desvantagem das medidas terapêuticas é que a eficiência pode ser limitada quando a participação não é voluntária (Ferguson et al., 1999).

Grau de voluntariado: quando o tratamento é usado como uma penalidade, normalmente a participação também é mais ou menos voluntária. Os condutores recebem, por exemplo, penas e restrições reduzidas como incentivos à participação. O tratamento também pode ser um pré-requisito para obter de volta a carteira de habilitação recolhida. As penalidades para os condutores que não participam ou que interrompem o tratamento variam da extensão da suspensão da licença até a prisão. O tratamento que é totalmente voluntário, ou seja, que não está relacionado com as penalidades, não é discutido neste capítulo.

Monitoramento e vigilância: em alguns programas, a participação em cursos ou treinamentos só é obrigatória para tratamento um certo número de vezes, enquanto que, em outros programas, há medidas mais ou menos extensas para garantir que os condutores participem e cumpram as regras (como, por exemplo, abstinência alcoólica ou nenhuma condução de veículo automotor), como discussões regulares com um supervisor ou um juiz e até exames de sangue, testes de detector de mentiras e tornozeleiras eletrônicas.

Escolha de programa de tratamento: em alguns programas é possível selecionar uma forma de tratamento que esteja adaptada aos problemas do condutor, mas em outros, o tratamento é o mesmo para todos os condutores.

Grupo-alvo, condutores que recebem tratamento: a oferta de tratamento nem sempre é feita a todos

os condutores. Muitas vezes, por exemplo, os condutores com sérios antecedentes criminais são excluídos do tratamento. Os grupos de condutores encaminhados para tratamento podem ser tanto condutores com problemas menos graves, em que há melhores oportunidades de alteração comportamental, quanto condutores com problemas mais graves, que representam um risco mais alto no trânsito por pessoa (“prevenção–paradoxo”), Woodall et al., 2004.

As medidas de tratamento ou reabilitação não estão entre as penalidades por conduzir alcoolizado na Noruega e não levam a uma pena mais branda nem fazem com que a carteira de habilitação fique recolhida por menos tempo.

Impacto sobre os acidentes

Há um grande número de estudos de programas de tratamento para condutores condenados por condução sob o efeito do álcool. Na maioria dos casos, no entanto, o tratamento não é a única medida e existem diferenças sistemáticas entre os condutores que recebem e os que não recebem o tratamento citado. Outro problema é que a maioria dos estudos avaliou o impacto nos acidentes apenas durante o período de tratamento. Mudanças de comportamento durante o tratamento muitas vezes podem ser parcialmente explicadas pelo desejo de evitar penalidades ligadas à não-conformidade com as regras dos programas mencionados.

A maioria dos estudos examinou o impacto sobre a reincidência (novos processos de condução sob o efeito do álcool). A reincidência, entretanto, depende de coincidências, do comportamento do condutor e do controle da polícia. Normalmente há muito poucos condutores que participam de programas para que se possam tirar conclusões significativas sobre seu impacto nos acidentes.

Impacto do tratamento sobre a reincidência: foram encontrados três estudos sobre o impacto dos programas de tratamento na reincidência, que foram relativamente bem controlados e que pesquisaram o impacto por vários anos após o tratamento. Duas pesquisas de Langworthy & Latessa (1993; 1996) sugerem que a reincidência é reduzida imediatamente após o final do tratamento. No entanto, não foi mostrado nenhum impacto do tratamento quando se considera um período em torno de 3,5 anos após o tratamento. Peck et al. (1994) não en-

contraram nenhum impacto significativo depois de um período de 4 anos de tratamento.

Impacto da educação sobre a reincidência: Rider et al. (2007) mostraram, em um estudo experimental, que um programa com foco na condução veicular foi mais efetivo em reduzir a reincidência entre os condutores condenados por embriaguez ao volante do que os programas com foco na bebida. O estudo levou em conta dois anos após o término do tratamento.

As medidas de formação geralmente não são eficazes quando há dependência do álcool (McKnight, 1995).

Os programas em que os condutores condenados devem ouvir as histórias de pessoas que foram feridas nos acidentes (*Victim Impact Panel*) foram pesquisados em alguns estudos nos EUA e não foi encontrado nenhum impacto na reincidência (Wheeler et al., 2004).

Impactos do tratamento nos acidentes: em uma meta-análise de 105 estudos, Wells-Parker et al. (1995) verificaram que as medidas de tratamento e educação levam a uma redução média de 7% a 9% tanto da condução sob o efeito do álcool quanto de acidentes envolvendo álcool e condução. Há, entretanto, uma grande variação nos resultados, e o impacto combinado não é estatisticamente confiável. Fora isso, os maiores efeitos foram encontrados nos menores estudos, sugerindo que os resultados são afetados por viés de publicação. Estudos metodologicamente mais fracos em média verificaram efeitos maiores em média, sugerindo que muitas vezes outros fatores além do tratamento contribuíram para os resultados.

Nochajski et al. (1993) mostraram que o tratamento é menos eficaz entre condutores alcoólatras anteriormente condenados por crime não relacionado ao trânsito do que entre os outros condutores.

Green et al. (1991) mostraram que os condutores que completaram o tratamento tiveram menos julgamentos por condução sob o efeito do álcool e acidentes do que os condutores que não terminaram o tratamento, não importando que tipo de tratamento tenham recebido. Não está claro se isto é um efeito do tratamento ou se a diferença se deve às características dos condutores.

Impacto da educação nos acidentes: Bartl et al. (2002), em uma revisão da literatura, encontraram seis estudos sobre o efeito de cursos para conduto-

res sem problemas de alcoolismo condenados por condução sob o efeito do álcool. A reincidência diminuiu em cerca de 50% para períodos entre 1 e 6 anos. Todos os estudos usaram grupos de controle que, de acordo com Bartl et al., foram comparáveis com grupos experimentais, de modo que os resultados são em grande parte influenciados por outras diferenças entre os condutores. Os cursos tiveram em comum o fato de terem sido realizados com não mais que 10 participantes ao longo de 3 a 8 semanas. Os instrutores haviam sido treinados para discussões com condutores problemáticos, e o foco dos cursos foi autorreflexão, ao invés de educação.

Outros estudos de avaliação de medidas educacionais não encontraram nenhuma redução de acidentes ou reincidências. Conforme as avaliações de cursos para condutores condenados por condução imprudente relacionada ao álcool (*alcohol-related reckless driving*) na Califórnia (California Department of Motor Vehicles, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008), na maioria dos anos não houve diferenças no número de acidentes ao longo de um período de um ano após os condutores terem sido condenados. O impacto combinado nos anos entre 2002 e 2008 foi uma redução do número de acidentes de 5%, que não é estatisticamente confiável (intervalo de confiança de 95% [-13; 4]).

Um estudo da formação para os jovens condutores (Lacey et al., 2003) não encontrou nenhum impacto nos acidentes. O programa destinava-se a jovens condutores em geral, ou seja, não era direcionado a condutores que haviam sido condenados por dirigirem alcoolizados.

Observou-se uma redução no número de julgamentos de embriaguez na direção, mas não houve redução no número de acidentes em um estudo que avaliou um programa que visa reduzir a disponibilidade de álcool para adolescentes (Wagenaar et al., 2000). Os resultados aplicam-se ao número total de julgamentos e acidentes envolvendo jovens condutores em municípios onde o programa foi implementado.

Impactos do tratamento e do recolhimento da carteira de habilitação na reincidência: diversos estudos verificaram que o impacto do recolhimento das habilitações na reincidência é maior do que o impacto do tratamento. Também se observou que as medidas de tratamento têm um efeito maior sobre a reincidência quando são combinadas com penalidades do que quando não são acompanhadas das mesmas (Watson, 1998; Wells-Parker et al., 1995;

Nochajski & Stasiewicz, 2006). DeYoung (1995; 1999) mostrou que o tratamento combinado com o recolhimento da carteira de habilitação reduziu a reincidência, mas o tratamento sozinho, não. Estas descobertas se aplicam ao período de tratamento ou ao período em que a licença foi recolhida.

Os impactos do tratamento vs o recolhimento da carteira de habilitação nos acidentes: três estudos investigaram o envolvimento em acidentes de condutores que puderam escolher entre o recolhimento da carteira de habilitação e o tratamento para condutores. Os resultados mostram que os condutores que escolheram o tratamento tiveram significativamente mais acidentes que não envolveram álcool do que os condutores que escolheram o recolhimento da carteira de habilitação (+ 27%; intervalo de confiança de 95% [20; 34]) e igual número de acidentes envolvendo álcool (Preuss et al., 1976; Hagen et al., 1979; Sadler et al., 1991). Os resultados aplicam-se a um período de 4 anos após os condutores terem sido condenados, e não houve controle de outras diferenças entre eles, exceto pela idade.

Um estudo de avaliação de um programa de pontuação da carteira de habilitação também mostrou que os condutores com a carteira recolhida tiveram significativamente menos acidentes que os condutores que fizeram um curso e que teriam a carteira recolhida se não o tivessem feito (Stephen, 2004).

Impactos da prisão e do tratamento nos acidentes: Woodall et al. (2004) mostraram que o tratamento em adição à prisão não tem nenhum impacto nos acidentes por um período entre 1 e 7 anos de prisão. Os condutores condenados a um mês de prisão, tratamento na prisão e um período de 6 meses de acompanhamento foram comparados com os condutores que foram sentenciados apenas com um mês de prisão. O impacto que se verificou no número de acidentes foi uma redução não significativa de 6% (intervalo de confiança de 95% [-20; 9]). No entanto, verificou-se que os condutores com várias infrações de trânsito anteriores, que foram flagrados com altas concentrações de álcool no sangue durante controle policial e que são mais jovens, tiveram significativamente mais acidentes (com ou sem envolvimento de álcool) no período posterior.

Impacto na mobilidade

As medidas de tratamento e educação não têm nenhum efeito geral na mobilidade. Quando o trata-

mento é combinado com o recolhimento da carteira de habilitação ou prisão, a mobilidade para os condutores com a carteira recolhida pode ser reduzida.

Impacto no meio ambiente

Não há nenhum impacto documentado destas medidas no meio ambiente.

Custos

Os custos do tratamento para condutores dependem do programa. Na Noruega o tratamento de condutores condenados por condução sob o efeito do álcool não faz parte das penalidades.

Avaliações de custo-benefício

Há uma variação considerável em ambos, custo e impacto, das diferentes medidas de tratamento. Por isso, nenhuma análise de custo-benefício foi feita.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O Ministério da Justiça é responsável pela implementação destas medidas.

Requisitos e procedimentos formais

Há regulamentos e também diretrizes preparadas para o programa contra a condução sob o efeito do álcool. O programa é uma ação punitiva contra pessoas, que, de outra forma, seriam condenadas à prisão por terem dirigido sob a influência de drogas lícitas ou ilícitas. Há condições especiais formalizadas para a suspensão condicional da pena como uma alternativa à prisão.

Antes de ser condenado a um programa contra a condução sob o efeito do álcool, é comum que a promotória solicite uma pesquisa pessoal para liberdade condicional, em que deverá ser considerada a adequação do acusado à liberdade condicional, com base no fato de o acusado encaixar-se ou não no grupo-alvo. Em seguida, é o juiz quem decide o programa adequado contra a condução sob o efeito do álcool. O programa pressupõe, entretanto, um sentimento constatado do acusado ou condenado.

Responsabilidade pela execução da medida

A custódia criminal é responsável pela execução do programa. Este programa tem um período de 10 meses de realização e incluirá entrevistas com a custódia criminal, conversas em grupos de orientação, mapeamento de todas as necessidades de tratamento e controle, incluindo o controle do abuso de substâncias.

8.10 SISTEMA DE PONTUAÇÃO E SUSPENSÃO DA CARTEIRA DE HABILITAÇÃO

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2008

Problema e finalidades

O número de infrações no trânsito tem provado ser, muitas vezes, um dos melhores prognósticos do número de acidentes. Isso se aplica especialmente à velocidade, à violação do direito de preferência e ao desrespeito ao sinal vermelho (Masten & Peck, 2004). Sistemas de pontuação e suspensão da carteira de habilitação podem impactar as infrações no trânsito e os acidentes de diversas maneiras. Isto ocorre porque os condutores geralmente ficam mais cautelosos para evitar o acúmulo de pontos na carteira. Os condutores que perdem sua carteira por atingirem o número máximo de pontos, o que, em princípio não deveriam estar circulando. Acredita-se que tanto a condução em cumprimento das leis de trânsito quanto uma exposição reduzam o risco que esses condutores representam para a segurança viária. A finalidade dos sistemas de pontuação é reduzir o número de infrações relacionadas ao envolvimento em acidentes.

Descrição da medida

O sistema de pontuação registra as infrações de trânsito em um controle central. Como regra, são registradas apenas certos tipos de infrações consideradas graves ou relacionadas a acidentes, mas não suficientes para suspender a carteira. Para cada infração é registrado um número de pontos e, quando o condutor acumula determinado número de pontos, diferentes medidas deverão ser aplicadas. Exemplos dessas medidas incluem o envio de materiais informativos, cartas de advertência informando sobre a possibilidade de que a carteira de habilitação pode ser recolhida como consequência de diversas

infrações do trânsito, bem como sobre cursos e palestras. Quando um determinado número de pontos é acumulado na carteira, ela é recolhida. Em alguns esquemas de pontuação, os pontos podem ser reduzidos e o condutor participar de cursos especiais.

O recolhimento da carteira de habilitação também deve ocorrer como resultado de determinadas infrações no trânsito (particularmente devido à alta velocidade ou por dirigir sob o efeito do álcool), independente de qualquer esquema de pontuação.

Um sistema de pontuação foi introduzido na Noruega em 2004 e revisado em 2011. O sistema de pontuação foi projetado de modo que exista uma relação entre os acidentes e as infrações incluídas no sistema (Stene et al., 2008). As infrações que levam ao acúmulo de pontos são uma velocidade (10 km/h acima do limite, quando este for de 60 km/h ou menos, ou mais de 15 km/h acima do limite quando este for de 70 km/h ou mais, avançar o sinal vermelho, ultrapassagem em local proibido, violação das normas, ultrapassagem pela direita, pouca distância do veículo à frente, dirigir em área restrita, dirigir motocicleta/ciclomotor em condição ilegal, falta de sistema de retenção para passageiros menores de 15 anos e a falta do uso de equipamentos de proteção individual. A maior parte das infrações é registrada com três pontos na carteira. Dirigir a uma velocidade abaixo da permitida e deficiência/não-uso de equipamentos de retenção para crianças são penalidades que geram apenas dois pontos. Os condutores com carteira de habilitação provisória obtêm duas vezes mais pontos que os outros condutores e perdem sua habilitação quando houver uma reincidência. Ao obter quatro pontos, o condutor recebe uma carta de advertência. Ao obter oito pontos ou mais num período de três anos, o condutor tem a carteira de habilitação suspensa por seis meses. Se o condutor é flagrado cometendo uma infração, cabe às autoridades justificar a perda do direito (por dirigir embriagado, por exemplo); os registros de pontos anteriores serão considerados na determinação dos direitos do condutor.

Um questionamento que pode ser levantado é o quanto o sistema de pontuação consegue distinguir entre os condutores que representam um “risco à segurança” e os demais (Brown e Thiebaut, 1970; Chipman, 1982; Smiley et al. 1989; Schade, 1992; Chen et al. 1995). No exemplo encontrado por Chen et al. (1995), observa-se que os acidentes anteriores são um melhor indicativo para futuros acidentes do que as irregularidades do tráfego. Este capítulo, no entanto, refere-se somente ao impacto dos sistemas

de pontuação e do recolhimento da carteira de habilitação nos acidentes entre condutores afetados por esses esquemas.

Impacto sobre os acidentes

O sistema de pontuação norueguês, que foi introduzido em 2004, foi avaliado por Stene et al. (2008). Não foi encontrado nenhum impacto no número total de mortos ou severamente feridos na Noruega, nem mesmo foram encontradas mudanças no nível geral de velocidade nas rodovias do país. Por outro lado, foram encontradas algumas mudanças de determinado comportamento na direção entre os condutores com vários pontos na carteira. Ao atingir 6 pontos, uma carta de advertência é enviada ao infrator, e a licença é recolhida quando um condutor atinge 8 pontos. Entre os condutores com poucos pontos ou nenhum ponto na carteira não se verificou nenhuma mudança no comportamento. O número de condutores com muitos pontos e que, segundo eles, mudaram de comportamento é muito pequeno para provocar mudanças na velocidade ou nos acidentes do país.

Um estudo dos EUA (Li & Waller, 1976) pesquisou acidentes e infrações no trânsito, cometidos por condutores classificados como infratores habituais ou contumazes. Uma vez que nem todos os condutores com esse status foram formalmente informados a respeito, foi possível comparar os condutores que foram oficialmente classificados como infratores contumazes e os que não foram, embora tivessem as características. Não foram encontradas diferenças entre os dois grupos, nem em termos de infrações no trânsito nem de acidentes.

Não foram encontrados outros estudos que examinaram o impacto do sistema de pontuação como um todo no número de acidentes. No entanto, foram encontrados alguns estudos que avaliaram os componentes individuais no sistema de pontuação e diversos estudos que avaliaram o impacto da perda de carteira de habilitação em resposta a determinadas infrações de trânsito em acidentes.

Cursos e cartas de advertência: os cursos para condutores com (muitos) pontos foram avaliados por:

Schuster, 1969 (EUA);
Helander, 1984 (EUA);
Drummond e Torpey, 1985 (Victoria, Austrália);
Utzelmann e Haas, 1985 (Alemanha);

Kadell, 1987 (Califórnia, EUA);
 Bloch, 1997 (EUA); e
 Stephen, 2004 (EUA) cursos em vez de suspensão da licença.

Os impactos das cartas de advertência para condutores com (muitos) pontos nos acidentes envolvendo esses condutores foram avaliados por:

Epperson e Harano, 1975 (Califórnia, EUA);
 Helander, 1984 (EUA);
 Jones, 1987 (Connecticut, EUA);
 Jones, 1997 (Oregon, EUA);
 Kaestner, Warmoth e Syring, 1967 (Oregon, EUA);
 Lynn, Jernigan, Norris e Froning, 1993 (EUA); e
 McBride e Peck, 1970 (Califórnia, EUA).

A tabela 8.10.1 apresenta uma visão geral dos impactos nos acidentes. Os resultados referentes às cartas de advertência parecem ser afetados por viés de publicação, sendo os resultados, portanto, apresentados com e sem viés de publicação.

Para ambos, cursos e cartas de advertência, foram observadas reduções do número de acidentes em torno de 10%. O impacto das cartas de advertência é estatisticamente confiável, mas o dos cursos, não. Os resultados se aplicam aos condutores que frequentaram os cursos ou que receberam uma carta de advertência de que sua carteira poderia ser suspensa por diversas infrações no trânsito. Os cursos geralmente são voluntários e seu intuito é diminuir certo número de pontos. Isso pode dificultar o julgamento de seu impacto real. Quando o comparecimento a esses cursos anula os pontos na carteira, isso também leva o condutor a um menor comprometimento com as leis de trânsito. Além disso, não se sabe a duração desses impactos. Na meta-análise de Masten e Peck (2004), também foram observados aproximadamente os mesmos impactos entre as cartas de advertência e

os cursos. Para as cartas de advertência, houve reduções de acidentes de 4%, que não são estatisticamente confiáveis. Para os cursos individuais e em grupo, foram observadas reduções de, respectivamente, 5% e 7%, ambas confiáveis estatisticamente.

Alguns estudos compararam os diferentes tipos de impacto das cartas de advertência. Os resultados não são definitivos. Duas pesquisas demonstraram que as cartas com conteúdo pouco ameaçador eram menos eficazes do que as cartas com conteúdos ameaçadores (Kaestner et al., 1967; McBride & Peck, 1970). Em duas outras pesquisas não foram encontradas quaisquer diferenças entre as cartas com conteúdo mais ou menos ameaçador. (Epperson & Harano, 1975; Jones, 1997). Jones (1997) descobriu que as cartas com conteúdos ameaçadores podem ser mais efetivas entre os condutores mais jovens, enquanto que as menos ameaçadoras foram mais eficazes entre os condutores acima de 45 anos e entre as mulheres. Essas diferenças entre os diferentes grupos de condutores devem explicar a razão pela qual não foi encontrada nenhuma diferença para os condutores como um todo.

Suspensão da carteira de habilitação: as pesquisas sobre a suspensão da carteira de habilitação variam muito no que diz respeito ao motivo para a comparação de grupos; portanto, o cálculo de um efeito combinado não será significativo. Uma visão geral das investigações e dos resultados é mostrada na tabela 8.10.2 em ordem cronológica.

A suspensão da carteira de habilitação parece ser uma medida eficaz, embora vários estudos mostraram que os condutores com a carteira suspensa continuam dirigindo ilegalmente. As consequências observadas se devem a uma frequência menor de condução e a mais cautela dos condutores para evitar de serem pegos (Masten & Peck, 2004).

TABELA 8.10.1: IMPACTO DOS CURSOS PARA CONDUTORES COM MUITOS PONTOS E DAS CARTAS DE ADVERTÊNCIA NOS ACIDENTES. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Grau de lesão	Variação percentual no número de acidentes		
	Tipos de acidentes afetados	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Cursos para condutores com (muitos) pontos			
Não especificado	Acidentes com condutores que frequentaram os cursos	-11	(-22; +1)
Cartas de advertência			
Não especificado	Acidentes com condutores que tinham recebido carta		
	<i>Sem controle de viés de publicação:</i>	-13	(-17; -10)
	<i>Com controle de viés de publicação:</i>	-10	(-14; -6)

TABELA 8.10.2: IMPACTO DA SUSPENSÃO DA CARTEIRA DE HABILITAÇÃO. VARIAÇÃO PORCENTUAL NO NÚMERO DE ACIDENTES.

Condutor	Grupos de controle	Variação percentual no número de acidentes			
		Impactos	Melhor estimativa	Intervalo de confiança	
Campbell e Ross (1968)	Todos os condutores, 1 ano após a introdução da nova lei	Todos os condutores, antes da introdução da nova lei	Todos os acidentes	-4	(não significativo)
Kaestner e Speight (1975)	Condutores com carteira suspensa (1 ano, incluindo 1 mês com carteira suspensa)	Condutores sem carteira suspensa (nenhuma medida)	Acidentes ou multas	-2	(-29; +35)
	Condutores com carteira provisória (1 ano, incluindo 1 mês de suspensão)	Condutores sem carteira suspensa (nenhuma medida)	Acidentes ou multas	-22	(-44; +8)
Jones (1987)	Condutores com carteira suspensa	Condutores que receberam cartas de advertência	Todos os acidentes	-37	(-67; +21)
McKnight e Edwards (1987)	Condutores jovens, aviso sobre a suspensão da carteira por 2 semanas	Aviso sobre a entrevista pessoal	Todos os acidentes	-7	(-13; 0)
	Condutores jovens, dois anos após a suspensão da carteira por duas semanas	Condutores que participaram de encontros pessoais ao invés de terem a carteira suspensa	Todos os acidentes	-9	(-18; 0)
Stephen (2004)	Condutores com carteira suspensa	Condutores que participam de cursos	Todos os acidentes	-57	(-62; -50)
		Condução sem medidas	Todos os acidentes	-82	(-84; -80)
Strathman et al. (2007)	Condutores que recuperaram a carteira, 1,5 anos após a suspensão	Mesmo grupo de condutores antes da carteira suspensa	Todos os acidentes	-11	

Campbell e Ross (1968) avaliaram o impacto da imposição de leis acerca da suspensão da carteira de habilitação para todos os condutores flagrados por dirigir com excesso de velocidade. O resultado pode ser influenciado tanto pelo aumento do escopo da fiscalização por radar como por uma regressão. Esse resultado aplica-se ao número total de acidentes envolvendo qualquer condutor. As outras investigações estudaram o impacto nos condutores que tiveram suas carteiras suspensas.

Kaestner & Speight (1975) e McKnight e Edwards (1987) utilizaram um projeto de pesquisa experimental. No estudo de Jones (1987), condutores com e sem carteira suspensa foram comparados em relação às infrações anteriores e aos acidentes. Todos os condutores foram apontados para ter sua carteira suspensa. Um grupo de condutores não teve a carteira suspensa devido a um erro administrativo. Ao invés da suspensão, eles receberam uma carta de advertência, que dizia que futuras infrações poderiam levar à suspensão da carteira de habilitação.

McKnight & Edwards (1987) conduziram um estudo experimental em que os condutores recém-habilitados (com carteira de habilitação no máximo há dois anos) foram divididos aleatoriamente em dois grupos. O grupo de controle recebeu uma carta de

advertência para uma entrevista pessoal após a segunda infração e foi convidado para uma entrevista após a terceira infração. Este foi um procedimento padrão para os condutores jovens. O grupo de pesquisa recebeu um aviso sobre a suspensão da carteira de habilitação devido a uma segunda infração e, após a terceira infração, a carteira foi recolhida por duas semanas. Os impactos nos acidentes foram pesquisados por um período de análise de dois anos. O impacto das advertências é quase tão grande quanto o impacto da suspensão. Os maiores impactos observados foram em ambos os avisos sobre a suspensão da carteira de habilitação e sobre a suspensão da carteira de motorista mais entre mulheres que entre os homens.

Stephen (2004) pesquisou o impacto de um programa para condutores que cometem várias infrações no tráfego (“infratores contumazes”) nos EUA. Eles são convocados para um curso e aqueles que não comparecem têm sua carteira de habilitação suspensa. Os condutores que participam de cursos são comparados aos que tiveram a carteira de habilitação suspensa e aos que tiveram apenas uma infração registrada, que não têm motivos suficientes para serem convocados para o curso. Portanto, pode haver diferenças sistemáticas entre os condutores com e sem a carteira suspensa.

Strathman et al. (2007) pesquisaram o envolvimento em acidentes entre condutores que tiveram sua carteira suspensa no período de 1-5 anos após terem-na recebido de volta comparado ao período de 1-5 anos antes da suspensão da carteira. A maior parte dos impactos pode ser explicada por regressão. Ao controlar a regressão, a redução do número de acidentes foi de 11% e a redução do número de infrações no trânsito foi de 13%.

Masten e Peck (2004), em uma meta-análise, estudaram os impactos das várias medidas relacionadas aos sistemas de pontuação frente às infrações de trânsito e acidentes. O impacto no número de infrações geralmente é maior que o impacto no número de acidentes, é explicado pelas infrações serem mais influenciadas pelo comportamento dos condutores e menos influenciadas pela coincidência do que acidentes. A relação entre o impacto nas infrações e acidentes é pequena (correlação = 0,11) e não é confiável estatisticamente. Também não foi verificada uma grande correlação entre o número de infrações antes que as medidas fossem estabelecidas e o número de acidentes após a aplicação das medidas, ou vice-versa. A grande maioria das medidas está relacionada ao condutor que cometeu certo número de infrações (graves) no trânsito. As medidas que foram implementadas como resultado de certo número de acidentes demonstraram ser mais efetivas em reduzir os acidentes do que as medidas relacionadas às infrações de trânsito. A medida mais eficaz foi a suspensão da carteira de habilitação. Observou-se uma redução no número de acidentes de 17% e uma redução no número de infrações de 21% (não há informações sobre a que períodos os resultados se referem).

O recolhimento da carteira de motorista para condutores embriagados foi avaliado em inúmeros estudos, que foram resumidos no capítulo sobre restrições para condução sob o efeito do álcool.

Impacto na mobilidade

O recolhimento da carteira de habilitação reduz a mobilidade no período em que a carteira fica recolhida. Além disso, os sistemas de pontuação ou de recolhimento da carteira não têm nenhum impacto documentado na mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não há documentação sobre o impacto da medida no meio ambiente.

Custos

Não há informações sobre os custos dos sistemas de pontuação. Os custos incluem as despesas relacionadas ao registro de condutores em um registro central, à operação do registro e às medidas a serem implementadas para os condutores que acumularam certo número de pontos.

Em 2007, havia 286.402 condutores com vários pontos na carteira. Destes, cerca de 2.100 (0,8%) alcançaram 6 pontos ou mais. Esses condutores receberam uma carta de advertência sobre a chance de terem a carteira suspensa. 122 (0,04%) alcançaram 8 pontos ou mais. Embora estes condutores em princípio deveriam ter tido suas carteiras suspensas, devido a problemas administrativos apenas 20% tiveram a carteira recolhida (Stene et al., 2008).

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma análise de custo-benefício para os sistemas de pontuação como um todo, uma vez que o custo não é conhecido e não foram documentados quaisquer impactos nos acidentes. Alguns elementos dos sistemas de pontuação podem ser rentáveis. Isso se aplica especialmente às cartas de advertência, uma vez que seu custo é muito baixo (Jones, 1997; Marsh, 1992; Marsh & Healy, 1995; Strathman et al., 2007).

Conforme McKnight & Edwards (1987), os custos com o recolhimento da carteira de habilitação por um período de duas semanas é de cerca de USD 3, enquanto que uma entrevista pessoal custa cerca de USD 70, isto é, ser entrevistado custa 20 vezes mais que o recolhimento da carteira de habilitação. Uma vez que os condutores tenham suas carteiras recolhidas, parece haver menos acidentes por um período de dois anos; sendo assim, os custos com o recolhimento da carteira são efetivos, se comparados aos da entrevista.

Uma análise norueguesa sobre custo-benefício (Elvik, 1997) calculou novos custos-benefícios baseados no recolhimento da carteira de habilitação por dirigir sob o efeito do álcool na Noruega. Estima-se que o benefício seja aproximadamente 9 vezes maior do que os custos declarados no número de acidentes, e entre os condutores com a carteira recolhida houve uma redução de 18% no tempo de suspensão. Isto é uma suposição, uma vez que a grande maioria que tem sua licença suspensa continua a se comportar como antes. A premissa é, em outras palavras, muito conservadora.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As decisões sobre a introdução dos sistemas de pontuação são tomadas pelo Ministério dos Transportes em 2004.

Requisitos e procedimentos formais

O Ministério poderá editar normas sobre a suspensão das carteiras de habilitação, incluindo as infrações a serem abrangidas pelo regime e o número de pontos atribuídos a elas. Pode-se, também, fornecer regras relativas à cassação do direito de dirigir e o período em caso de suspensão condicional da carteira de habilitação.

A cassação da carteira de habilitação só pode acontecer depois que um condutor for condenado por uma infração que o qualifique para a cassação. As decisões sobre cassação deverão ser justificadas perante a lei por escrito, e o condutor deverá ser notificado por escrito, sendo que a mensagem será enviada para o registro central de carteira de habilitação.

Responsabilidade pela execução da medida

O superintendente ou a autoridade superintendente pode tomar decisões sobre a suspensão e sobre as condições para a cassação da habilitação. As infrações em geral e as infrações de trânsito devem ser

registradas no registro central de multas e nos distritos policiais locais onde ocorreram.

8.11 MULTAS E PROCEDIMENTOS SIMPLIFICADOS

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2008

Problema e finalidades

Muitas das infrações mais frequentes de trânsito são cometidas por milhares de indivíduos todos os anos, principalmente no que se refere a estacionar em local proibido, ao excesso de velocidade e a não usar os equipamentos de proteção. Geralmente admite-se que, ao violar os regulamentos, o indivíduo deva ser sancionado, uma vez que as leis devem ser respeitadas. A experiência com a exigência do cinto de segurança livre de multa na Noruegia no período entre 1975 e 1979 é um bom exemplo disso. Na figura 8.7.1 observa-se o desenvolvimento proporcional do uso do cinto de segurança entre os condutores antes e depois da introdução da multa em 1º de outubro de 1979. A multa foi de NOK 200 para não-utilização (Elvik e Christensen, 2004).

Se as sanções e violações mais comuns contra o código de trânsito tivessem de ser administradas por um tribunal, além das possibilidades com um de recursos, o judiciário ficaria sobrecarregado por assuntos de pequeno valor. Nesse caso, pode-se levar um bom tempo para que a sanção de uma

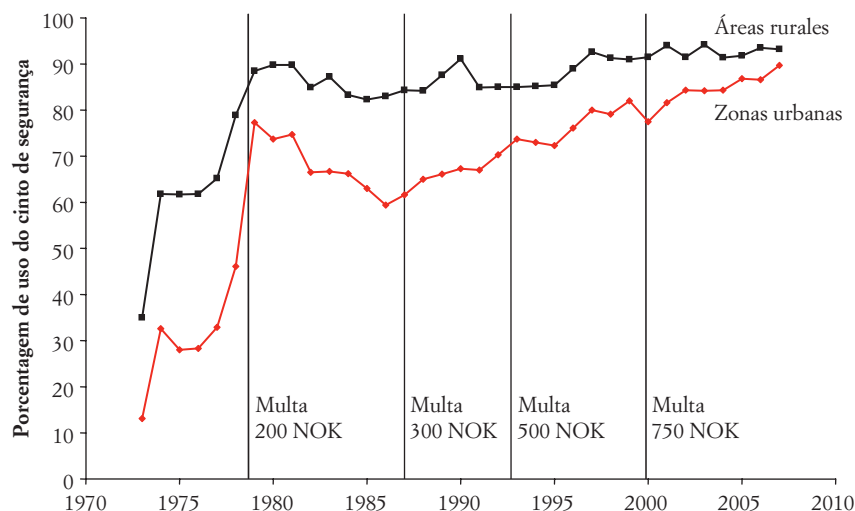


Figura 8.11: Evolução do percentual de uso do cinto de segurança no período entre 1973 e 2007 em áreas urbanas e rurais.

irregularidade de trânsito seja aplicada. Quando o propósito é o de mudar o comportamento do usuário, esta é uma prática ineficiente de aprendizado. É mais efetivo aplicar as sanções imediatamente após a irregularidade (Chaplin e Krawiec, 1970). Há regras para a aplicação das sanções simplificadas para que elas possam ser rápidas e eficazes contra as infrações mais comuns no tráfego. Há duas formas de sanções simplificadas no trânsito viário: multas e procedimentos simplificados. A finalidade deste tipo de sanção é simplificar sua aplicação; assim, as infrações mais comuns podem ter punições rápidas, e os custos associados podem diminuir.

Descrição da medida

Há inúmeras medidas impostas contra as violações das leis de trânsito (Østvik, 1987). Algumas delas são consideradas criminais, no sentido legal, e resultam em um registro público da condenação. Outras, não são consideradas criminalmente e devem ser impostas sem que a pessoa seja registrada criminalmente.

As contravenções no trânsito podem ser autuadas por procedimentos simplificados. Um condutor, por exemplo, pode receber uma multa ao ser parado, sem que o poder judicial tome conhecimento. Uma penalidade fixa é imposta, já que a multa é considerada como uma punição.

As multas não são formalmente uma punição, mas uma prática administrativa do mesmo modo que os procedimentos simplificados; caso sejam impos-

tas, não serão registradas no centro de registro de multas. As multas e os procedimentos simplificados são direcionados a combater as violações do trânsito mais comuns; podem ser aplicados imediatamente no lugar onde a infração foi cometida (o que não exige outros procedimentos escritos, além do preenchimento de um formulário específico).

As cobranças devem ser impostas para o estacionamento ilegal e para determinadas irregularidades dentro da legislação de trânsito viário, inclusive pela ausência do uso dos equipamentos de proteção pessoal (cinto de segurança e capacete). Os procedimentos simplificados impõem multas fixas para excesso de velocidade, direção irregular, avanço do sinal vermelho, violação da sinalização, etc.

As multas para os procedimentos simplificados são emitidas no trânsito (Cappelen Akademisk Forlag, 2007), podendo variar entre NOK 600 milhões e NOK 6,8 bilhões. O valor mais baixo é cobrado por violação do limite de velocidade em até 5 km/h e o mais alto é imposto por exceder o limite entre 31-35 km/h, quando o limite de velocidade for de 70 km/h ou mais. As multas aumentaram em número nos últimos anos. A figura 8.11.2 mostra a evolução ao longo do tempo das multas para aqueles que não utilizam o cinto de segurança, medida a preços constantes de 1979, e a multa média dos procedimentos simplificados, com relação ao excesso de velocidade, medida a preços constantes de 1995. Como se pode observar, o valor real da multa para os não usuários do cinto de segurança diminuiu por longos períodos, sendo, então, este

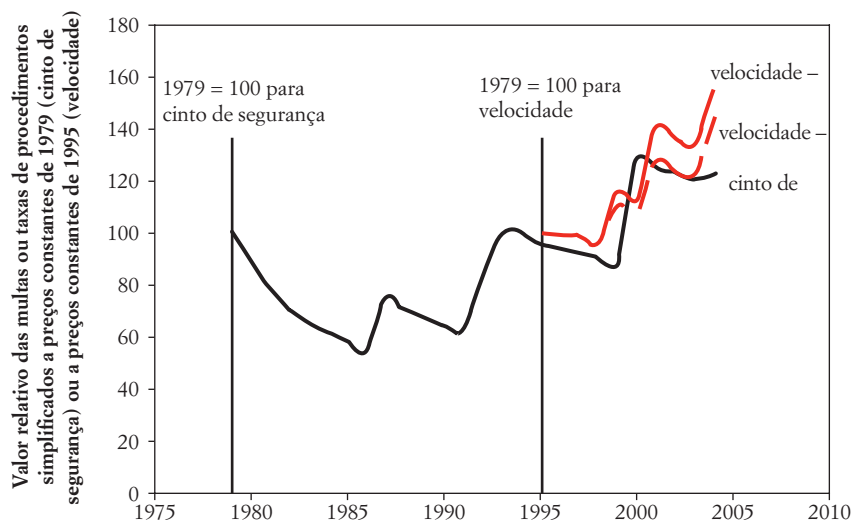


Figura 8.11.2: Evolução do valor real das multas para o não-uso do cinto de segurança e para a taxa média de procedimentos simplificados para o excesso de velocidade. Baseado em Elvik e Christensen (2004).

valor foi recuperado com o aumento do valor da multa. Desde 1995, houve um aumento real da taxa de multas e procedimentos simplificados.

Quando houver mais de uma infração determinada por procedimentos simplificados, elas podem ser determinadas pela imposição de uma multa reduzida. Aqui se estipula que a penalidade máxima imposta é o valor total de uma penalidade somado ao valor da outra reduzida em 50%. Os procedimentos simplificados não podem, sob qualquer hipótese, ser emitidos quando a multa ultrapassar NOK 10.000. Quando vários regulamentos forem aplicáveis à mesma condição, no caso dos procedimentos simplificados será apenas considerada a violação associada ao maior valor de multa (Cappelen Akademisk Forlag, 2007).

Em 2007 foram aplicadas 269.398 multas por irregularidades no trânsito (NOS Kriminalstatistikk; tilgjengelig på www.ssb.no). O número de multas impostas aumentou nos últimos anos. Além disso, algumas irregularidades no trânsito, como dirigir sob o efeito de álcool, foram sancionadas por multas ordinárias. De todas as multas e penalidades aplicadas em 2007, 102.740 tinham valor abaixo de NOK 2.000; 144.123, entre NOK 2.000 e 5.000; 33.312, entre NOK 5.000 e 10.000, e 2.036, acima de NOK 10.000.

Impacto sobre os acidentes

O impacto das multas e dos procedimentos simplificados com relação aos acidentes não foi quantificado até o momento. Em algumas pesquisas, foram estudadas as relações entre as mudanças nos valores das multas e dos procedimentos simplificados em relação às mudanças na proporção das irregularidades no trânsito. As seguintes pesquisas estudaram esta relação:

Nilsson e Åberg, 1986 (Suécia): duplicação de multas por excesso de velocidade;
 Andersson, 1989 (Suécia): aumento do valor das multas por “disputa de corrida”;
 Fridstrøm, 1999 (Noruega): aumento do valor das multas por não-uso do cinto de segurança;
 Elvik e Christensen, 2004, 2007 (Noruega): aumento do valor das multas e procedimentos simplificados;
 Cedersund, 2008 (Suécia): aumento do valor das multas por “disputa de corrida”.

Os resultados destes estudos não são apropriados para o contexto no formato de meta-análise. Nils-

son e Åberg (1986) estudaram os impactos na velocidade por meio da duplicação das taxas de multas aplicadas na Suécia em 1982. Nenhuma estatística apresentou mudança significativa passível de ser detectada com relação à velocidade ou proporcional à velocidade. As pesquisas não apresentaram resultados detalhados.

Andersson (1989) investigou se o aumento das multas por excesso de velocidade na Suécia em 1987 (os aumentos que foram entre 33% e 50%), o que resultou em mudanças no excesso de velocidade. A taxa das transgressões foi mensurada em seis cidades. A média para estes seis lugares, considerando a proporção da velocidade, ficou em torno de 49,5% antes do aumento das multas e 50,1% após o aumento das multas.

Fridstrøm (1999) estimou a partir de um modelo econométrico como as taxas de uso do cinto de segurança na Noruega dependem, entre outros fatores, do valor da multa para a falta de uso. Ele constatou que um aumento de 10% do valor real da multa poderia levar a um aumento do uso do cinto de segurança de 70% até 72,5% em áreas urbanas. Nas áreas rurais, o impacto esperado é menor.

Elvik e Christensen (2004, 2007) investigaram os impactos do aumento do valor das multas pelo não-uso do cinto de segurança e por excesso de velocidade. O aumento das multas por não-uso do cinto de segurança em torno de NOK 100 (correspondente ao aumento do valor real de 1995 a 2004), foi estipulado a fim de aumentar o uso do cinto de segurança em 8,2% nas cidades e em 2,7% nas áreas rurais. Ambos os aumentos foram estatisticamente significativos. No período de 1995 a 2004, houve um aumento do controle do uso do cinto de segurança; porém, não ficou claro se este aumento se relaciona somente ao aumento das multas ou se o aumento do controle impactou o uso do cinto de segurança. Não houve mudanças significativas que pudessem ser detectadas na taxa de desrespeito ao limite de velocidade resultante do aumento do valor das multas. Observou-se uma ligeira tendência (não significativa) de uma menor taxa de excesso de velocidade com a pontuação ATK e consequente registro no escritório ATK (Automatic Traffic Surveillance).

Cedersund (2008) examinou os impactos na velocidade quando os valores das multas na Suécia foram duplicados em 2006. Em média, a taxa de irregularidades caiu de 40,6% para 32,2%. A diminuição é estatística-

mente significativa. Foi esperado que um declínio na taxa dos acidentes tivesse maior impacto sobre os pontos ATK, em que o risco de detecção é mais elevado. Esse fato não foi encontrado; pelo contrário, o declínio das infrações é mínimo nos pontos ATK.

Os resultados destas investigações são parcialmente coincidentes, sendo, às vezes, pouco divulgados. Têm-se apenas dois estudos sobre o cinto de segurança; porém, seus resultados são congruentes e sugerem que, a ação de aumentar as multas sobre o uso do cinto de segurança implicaria maior uso do mesmo. Em uma das duas pesquisas, não se pode excluir que o aumento se deve, total ou parcialmente, ao aumento do controle durante o mesmo período. Há quatro pesquisas sobre multas por excesso de velocidade. Três destas pesquisas tiveram pequeno ou nenhum impacto sobre a velocidade ou seu aumento. Na quarta pesquisa, constatou-se que a redução das infrações por excesso de velocidade foi intensificada após a inserção de penalidades.

É difícil estabelecer conclusões de forma clara com base nestas pesquisas em particular. As multas mais altas e os procedimentos simplificados podem proporcionar mudanças nas infrações, porém não parece ser deste modo. Quando se trata do excesso de velocidade, a maioria dos estudos aponta que as multas não surtem efeitos.

Impacto na mobilidade

Não há impactos documentados das multas sobre a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não há impactos documentados das multas sobre o meio ambiente.

Custos

É muito difícil calcular o custo econômico das multas e dos procedimentos simplificados de modo satisfatório. As multas e prevenções, conforme a teoria econômica, podem não ser consideradas como um custo social, mas apenas como uma transferência de dinheiro dos condutores para o Estado (ver exemplo de Sager, 1974). As multas e os procedimentos simplificados não são considerados como utilização dos recursos com alternativas de uso.

A sociedade ainda arca com o custo de um sistema de multas e procedimentos simplificados. Primeiramente, para manter certo nível do controle da velocidade, de modo que as sanções tenham impactos claros. Em segundo lugar, há os custos dos honorários e formulários de multas que devem ser impressos e distribuídos. Em terceiro lugar, deve haver um recurso para tratar de todas as reclamações relacionadas às multas. A administração de multas e os procedimentos simplificados não são gratuitos, apesar de que, em si, não tenham um custo elevado para a sociedade.

Em 1991, Hagen (1992) estimou os custos e as receitas dos vários tipos de controle policial. Como parte deste cálculo, considerou-se também o custo médio do controle (reação). O termo “reação” inclui tanto a multa e os procedimentos simplificados quanto as multas ordinárias e a prisão. O modo mais claro e comum de sanção ainda são os procedimentos simplificados.

Os resultados mostram que a receita das multas, na maioria dos tipos de controle, excede os custos para sua aplicação. Uma vez que a receita beneficia o tesouro do Estado e, em princípio, pode ser utilizada para financiar novas medidas de fiscalização policial, isso significa que o custo do sistema do governo para impor multas e procedimentos simplificados na maioria dos casos é negativo, ou seja, as receitas das multas são amplamente suficientes para cobrir os custos da imposição de multas. Pode-se, no entanto, escolher desconsiderar a receita das multas e visualizar o controle dos custos por reação como uma estimativa sobre o custo das multas e procedimentos simplificados.

Avaliações de custo-benefício

Não há análises de custo benefício das multas. Os estudos mais recentes sugerem que os impactos do crescimento das taxas de multas e dos procedimentos simplificados são pequenos e incertos. Parece claro que a existência de uma sanção contra uma determinada irregularidade tem maior impacto no cumprimento público das leis. A fim de que a lei seja cumprida, as irregularidades são mais punitivas ao se tratar de infrações que em outros casos.

Trata-se de uma tentativa de estudar a relação entre as mudanças ao longo do tempo no tocante ao uso do cinto de segurança e as mudanças no número

de condutores feridos. Estas análises indicam que a tendência da taxa de indivíduos feridos é altamente influenciada por outros fatores que impossibilitam isolar os impactos das multas pelo não-uso do cinto de segurança. O impacto do aumento das multas não pode ser observado de forma isolada do impacto das ações de fiscalização. Portanto, não é possível estabelecer uma análise de custo-benefício das multas e dos procedimentos simplificados enquanto medidas isoladas.

Pode-se, no entanto, assumir que estas formas de sanção têm um custo altamente eficaz, pois são, de longe, mais acessíveis para administrar que outras formas de medidas de repressão impostas pelas autoridades de trânsito.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O Ministério da Justiça é responsável pelo controle das atividades, tanto com relação ao escopo quanto com relação aos controles que serão implementados. O Ministério da Justiça pode tomar a iniciativa de fortalecer ou aumentar o controle das atividades.

Requisitos e procedimentos formais

As exigências para imposição da cobrança de multas bem como dos procedimentos simplificados estão especificadas na regulamentação de estacionamento e multas de estacionamento; regulamentação sobre cargas pesadas, nos regulamentos sobre multas dos veículos que circulam acima do peso permitido, nos regulamentos sobre as multas para determinadas violações da legislação de trânsito e nas normas sobre os procedimentos simplificados. Todos os regulamentos são emitidos nos termos do Código de Trânsito.

Os procedimentos variam dependendo do tipo de multa.

Responsabilidade pela execução da medida

Os custos adicionais podem ser impostos pela polícia ou por funcionários da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. A polícia é quem impõe as multas.

A destinação dos recursos públicos e a cobrança de multas e procedimentos simplificados são realizadas pelo Estado. Inclui-se a fiscalização municipal das leis de estacionamento, cujos custos são de responsabilidade do município.

8.12 MULTAS E PRISÃO

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2008

Problema e finalidades

A maioria das leis de trânsito possui uma ameaça de punição para aqueles que não as cumprem. A lei criminal norueguesa faz distinção entre crimes e contravenções. Um crime é um delito de natureza mais séria que uma contravenção. Uma irregularidade, conforme o Código Penal § 2, será classificada como um crime se a sentença for de mais de três meses de prisão. Outras irregularidades são consideradas contravenções (Statistisk sentralbyrå, 1996A). As estatísticas criminais norueguesas utilizam, entretanto, o conceito de contravenção de modo ambíguo. As estatísticas criminais sobre **irregularidades relatadas** e investigadas incluem o conceito de contravenção, **não** o de multa (Statistisk sentralbyrå, 1996A). Isso porque as irregularidades estabelecidas como multas não são **consideradas** irregularidades nos registros. Entretanto, quando a estatística criminal trata de “Sanções e aprisionamento”, são incluídas multas em termos de contravenções menores. As “irregularidades em geral”, as “irregularidades criminais” e a “criminalidade” são geralmente descritas tanto como contravenções quanto como crimes. As multas (por não usar equipamentos de proteção pessoal, por exemplo) não são consideradas como uma sanção em um senso estatístico criminal.

As multas e a prisão são legalmente as formas mais rigorosas de sanção no trânsito. Estas aplicações mostram que a sociedade reage de maneira rigorosa com relação às infrações cometidas, porque as infrações têm ou podem ter sérias consequências. O uso da punição pode ter tanto um caráter de dissuasão geral como um caráter de dissuasão individual. As penas têm um impacto dissuasivo geral, isto é, em relação à sociedade como um todo. O caráter especificamente dissuasivo é voltado para o infrator individual e para prevenir a recorrência de uma nova irregularidade.

Descrição da medida

Multas e prisão: são sanções para irregularidades mais sérias no trânsito. Diferente de outras medidas, tais como os procedimentos simplificados, cassação de carteira de habilitação ou apreensão de veículo, não há procedimentos puramente administrativos para o acúmulo de multas ou apreensão. Portanto, geralmente isso se classifica como um período entre a ação e a punição, o que pode enfraquecer o impacto da dissuasão individual das punições. A prisão pode ser condicional ou incondicional e muitas vezes é acompanhada de multas.

Sanções alternativas: em alguns países, empregam-se as sanções alternativas ao invés do aprisionamento ou uma sanção além do aprisionamento, como, por exemplo, por meio de várias formas de vigilância, tratamentos e reivindicações, como, por exemplo, de abstinência de álcool. A meta inclui a redução tanto da reincidência quanto dos custos associados ao encarceramento (Jones, Wiliszowski & Lacey, 1996; Jones & Lacey, 1999).

Tribunais especializados em direção sob influência de álcool e substâncias psicoativas: nos últimos anos foi estabelecido nos EUA que os tribunais especializados em casos graves, como dirigir alcoolizado, os chamados *DUI courts*, podem combinar sanções clássicas (revogação da licença, multas e aprisionamento); sanções de tratamento; de monitoramento e outras medidas. O monitoramento das sanções inclui várias ações, tais como: conversas regulares com juízes e monitoramento eletrônico do nível de álcool. Outros métodos, como o *Alcolock* e o serviço comunitário, também serão utilizados. Os programas são geralmente muito restritivos e com exigências rigorosas, como, por exemplo, com relação à abstinência do álcool. Os incentivos para a participação normalmente reduzem a sentença de prisão. A participação é reservada aos motoristas sem registro de irregularidades anteriores por crimes violentos.

Na Noruega, entre as punições por conduzir embriagado (o limite de álcool no sangue é de 0,2 grama de álcool por litro de sangue), geralmente o condutor é multado pela concentração de álcool abaixo de 0,5 e condenado à prisão condicional ou incondicional por concentrações superiores de álcool no sangue. No caso de concentrações de álcool acima de 1,5 grama por litro, a pena é, via de regra, uma multa ou prisão. As considerações sobre a sentença deverão ser dadas conforme o nível de impacto e

perigo causado pelo condutor. Além da punição, a licença deverá ser revogada quando os níveis de álcool forem acima de 0,5 grama por litro. A cassação da licença deve ser limitada (ao menos por um ano) ou permanente. Quando um condutor é flagrado pela segunda vez em um período de cinco anos, sua habilitação é confiscada, em geral permanentemente (Vegtrafikkloven, §22, §31, §33).

Os tratamentos ou medidas de reabilitação para condutores cientes de estarem embriagados não estão incluídos no Código de Trânsito norueguês. Um programa que estabeleça a prisão para condutores embriagados foi iniciado em 2003 sob a forma de teste. O programa consiste em ensino, diálogos individuais, medidas de controle e monitoramento de necessidades de tratamento (Kriminalomsorgen, 2008). Outras medidas utilizadas pelos *DUI courts*, como vigilância eletrônica e serviços comunitários também podem ser utilizadas na Noruega, mas essas medidas não estão ligadas ao programa de detecção de álcool no sangue.

De acordo com as estatísticas de criminalidade na Noruega, anualmente, entre 2000 e 2006, apresentou-se uma média de cerca de 4.400 punições por dirigir sob efeito do álcool, sendo que 1.826 pessoas ao ano foram presas por conduzir em estado de embriaguez. O número de sanções para outras irregularidades no trânsito apresentou uma média anual de cerca de 204.000, ao se tratar de irregularidades para as quais o condutor espera apenas a aplicação de uma multa. Excluindo-se os procedimentos simplificados, o número de sanções foi de aproximadamente 23.000 ao ano. O número de pessoas encarceradas por outras irregularidades de tráfego além de dirigir embriagado foi de aproximadamente 650 ao ano. Entre as sentenças de prisão, metade são condicionais e a outra metade, incondicionais, para condutores cientes de estarem dirigindo sob efeito do álcool. Para os condutores cientes de outras irregularidades cometidas no trânsito, 60% das prisões sentenciadas foram condicionais e 40%, incondicionais. A maioria das prisões sentenciadas varia de 1 a 90 dias (99% e 98% do contingente de penalidades incondicionais). A maioria das prisões sentenciadas (98%) é acompanhada de multas. Ao observarem-se as sanções em um cenário em que se tem a condução sob o estado de embriaguez, nota-se uma proporção relativamente grande delas que incluem a prisão condicional e incondicional. As pessoas que em sua sentença têm a prisão suspensa são um grupo tão grande quanto o número de pessoas que recebem a prisão incondicional como sanção, sendo

que o número de pessoas presas é de 0,42 por pessoa que recebe uma sanção. Entre os condenados por outros motivos além de dirigir em estado de embriaguez, o número de pessoas detidas é de apenas 0,3 por sanção. As penalidades são geralmente mais rigorosas por dirigir embriagado do que para outros delitos. Os condutores embriagados têm multas mais elevadas e muitas vezes são sentenciados à prisão (incondicional), sendo a prisão sentenciada geralmente mais longa. A prisão por irregularidades além de dirigir sob efeito do álcool embriagado é aplicada principalmente nos casos mais sérios de excesso de velocidade e possui caráter punitivo, sendo associada a multa e suspensão da licença.

O número de sanções por outros delitos além de dirigir embriagado aumentou de aproximadamente 20.000 em 2000 para mais de 27.000 em 2007. A quantidade de medidas de repressão impostas por dirigir embriagado, porém, manteve-se relativamente constante, mas o número de detenções caiu de cerca de 1.900 antes de 2002 para menos de 1.800 em 2002. O número de infrações de trânsito investigadas é aproximadamente duas vezes maior que o número de sanções. Considerando-se cada caso de direção por embriaguez investigado, tem-se uma média de 0,53 punição. Para outras irregularidades no trânsito, o cenário é relativamente de menor incidência, sendo a média de 0,45 punição por irregularidade investigada. Estes aspectos deveriam ser estáveis com o passar do tempo, porém o número de irregularidades de algum modo aumentou nos últimos anos.

Impacto sobre os acidentes

Tradicionalmente, a teoria criminal é a punição mais rigorosa, funcionando de modo dissuasivo em condições idênticas. As pesquisas criminológicas fornecem pouco apoio para esta suposição (Bratholm, 1980). O fato é que existe uma sanção (e, talvez, especialmente a percepção do risco de sofrer uma sanção por determinado delito considerado grave), o que é provavelmente mais importante que a própria sanção em si.

Um problema dos estudos de avaliação de multas e punições de prisão é que geralmente se utilizam combinações de várias sanções. Outro problema é que raramente é possível usar o sistema judicial em um projeto experimental, ou seja, para punir condutores embriagados e condenados por um princípio aleatório. O impacto sobre o número de crimes

pode ser difícil de avaliar, uma vez que a verdadeira frequência de crimes puníveis com multa ou prisão é desconhecida. No trânsito, são poucas as infrações de fato detectadas pela polícia. A mudança no número de crimes que são reconhecidos pela polícia pode, em princípio, ser influenciada pela percepção do risco de o crime ser identificado pela polícia, o que altera a frequência real das irregularidades.

Considera-se a seguinte distinção entre os impactos gerais e específicos das sanções. Considerou-se também que os impactos globais significavam efeitos sobre todos os condutores, independentemente de o condutor ter sido penalizado ou não. Com impactos específicos e significativos, consideram-se os efeitos sobre os motoristas que foram penalizados.

Os impactos da legislação em termos de taxas mínimas de multas e prisão (efeito geral): o impacto da legislação sobre as taxas mínimas de multas e penas de prisão para os condutores embriagados foi avaliado em vários estudos dos Estados Unidos, que se baseiam em dados de acidentes de vários estados ao longo de muitos anos, além de haver uma série de outros fatores estatisticamente considerados para a utilização dos modelos de regressão. Em 2003, 26 estados americanos aprovaram leis de valores mínimos para as multas, e 18 estados já haviam promulgado leis sobre penas de prisão obrigatórias (Wagenaar et al., 2007). A pena mínima de prisão é de um ou dois dias na maioria dos estados, sendo que em nenhum deles ultrapassa 10 dias. Os resultados aplicam-se aos impactos gerais das irregularidades, ou seja, os impactos sobre todos os condutores, e não apenas os condutores que são condenados às multas ou penas de prisão.

Evans et al., 1991;
Ruhm, 1996;
Young & Likens, 2000;
Whetten-Goldstein et al., 2000;
Dee, 2001;
Eisenberg, 2001;
Sen, 2001 e
Wagenaar et al., 2007.

Não foram encontrados quaisquer impactos sobre o número de acidentes fatais, nem de taxas mínimas de multas (- 1%, com intervalo de confiança 95% entre -9 e +7%) - ou de prisões obrigatórias (- 2%, com intervalo de confiança 95% entre -5 e +2%), independente de os acidentes envolverem álcool ou não.

Os impactos da prisão em acidentes (impactos gerais): os seguintes estudos avaliaram o impacto das prisões em alguns estados nos Estados Unidos:

Ross et al., 1990 (EUA);
Epperlein, 1987 (EUA);
Robertson et al., 1973 e
Jones et al., 1988.

Em nenhum destes estudos foram encontrados os impactos da reincidência sobre os acidentes.

Os impactos do aumento das multas sobre os acidentes (impactos gerais): vários estudos avaliaram os impactos do aumento de multas em casos de condução em estado de embriaguez ou excesso de velocidade sobre o número total de acidentes.

Apenas um estudo bem controlado apontou que o aumento das multas relaciona-se à diminuição das mortes em acidentes relacionados ao álcool (Young & Likens, 2000). Neustrom & Norton (1993) encontraram uma redução significativa do número de acidentes noturnos em um período de 3 anos depois de introduzidas as sanções mais severas para quem dirigisse embriagado (-9%; intervalo de confiança de 95% (-11; -8)). A mudança também pode ser devido a outros fatores, como diferentes tipos de punição.

Nenhum dos outros estudos apontou que a severidade das punições impacta o número de acidentes. Briscoe (2004) não encontrou nenhum impacto sobre o número de fatalidades ou aumento do número de acidentes com vítimas após a aplicação de multas por condução em estado de embriaguez ser duplicada em New South Wales (Austrália) em 1998. Hingson et al. (1987) mostraram que os acidentes fatais consistiam em acidentes envolvendo um só veículo durante a noite, de modo que foram sensivelmente reduzidos após a introdução de sanções mais severas para quem conduzisse embriagado. Os impactos não foram duradouros. Não foram encontrados quaisquer impactos dos autorrelatos sobre a condução em estado de embriaguez. Embora muitos condutores pensem que a probabilidade de ser multado ao cometer uma irregularidade aumentará, muitos ainda consideram esta possibilidade como remota.

Impactos do aumento da aplicação de multas sobre o comportamento dos condutores (impacto geral): McCartt & Northrup (2003) estudaram o efeito do aumento da aplicação das multas nos condutores com elevada concentração de álcool no sangue (aci-

ma de 1,5 ou 2,0 gramas por litro). Observaram-se apenas pequenas mudanças no número de condutores que foram retidos com alta concentração de álcool no sangue por fiscalizações policiais. Na Suécia, o número de multas por excesso de velocidade dobrou em 1982. Åberg et al. (1989) não encontraram nenhum impacto relacionado à velocidade. Somente um terço dos condutores conhece as taxas das multas.

Impactos das multas e prisões sobre os acidentes (impactos específicos): Mann et al. (1991) avaliaram os impactos das diferentes sanções sobre os acidentes com condutores em estado de embriaguez. Os resultados mostram que os condutores punidos com multas ou prisão tinham um histórico maior de acidentes que os motoristas que haviam perdido suas licenças.

Impactos do aumento das taxas de multas sobre o comportamento dos condutores (impacto específico): Martin (1993) mostra que a reincidência não difere entre os condutores que foram condenados e aqueles que foram multados e ainda para aqueles que foram tanto multados quanto sentenciados à prisão. DeYoung (1995) mostra que a reincidência é maior entre os condutores sentenciados à prisão que entre os condutores condenados à perda de sua licença ou outros comportamentos. Este estudo controlou uma série de outros fatores que podem explicar os resultados.

Impactos da ação de aplicar multas ao invés da prisão sobre o número de acidentes (impactos gerais): uma transição da ordem de prisão para um meio termo formado por multas e prisão condicional/incondicional, dependendo do nível de velocidade em que o condutor tiver sido flagrado, foi avaliada na Noruega e na Suécia (Ross & Klette, 1995; Vaas & Elvik, 1992). Na Noruega a pena em geral para quem conduzisse em estado de embriaguez era de três semanas de prisão até 1988. Em 1988, foi estabelecida a sentença diferenciada, dependendo do nível de álcool no sangue, sendo que a punição agora varia entre multas e prisão condicional ou incondicional (NOU 2003:4). No entanto, em geral as sanções não são mais brandas (Ross et al., 1992). Não houve alteração significativa no número de acidentes com feridos (-3%, com intervalo de confiança de 95% entre -8 e 2%) e uma redução significativa no número de acidentes fatais, em um total de 18% (com intervalo de confiança de 95% entre -25 e -10%). As pesquisas não controlaram outros fatores além da tendência de longo prazo,

uma vez que não foi levado em conta que o número de fiscalizações policiais aumentou após a nova lei ser introduzida (o limite de álcool no sangue foi reduzido de 0,5 para 0,2 grama por litro de sangue na Suécia, quase que ao mesmo tempo). Embora não haja, portanto, nenhuma certeza dos resultados causados pelas mudanças nas punições, não há indícios de que a prisão seja necessária para impedir condutores infratores.

Os impactos dos tribunais DUI e das sanções alternativas de reincidência: foram encontrados vários estudos que avaliaram o impacto dos tribunais DUI nas infrações de trânsito e na condução em estado de embriaguez por meio de um projeto de pesquisa experimental ou de outra forma controlada para as diferenças entre condutores que foram condenados e julgados em um tribunal DUI e condutores que foram condenados por um tribunal regular (Breckenridge et al., 2000; Carey et al., 2008; Crancer, 2003; Eibner et al., 2006). Em três dos quatro estudos foi detectada uma reincidência mais baixa entre os condutores que haviam participado de um programa do tribunal DUI que entre os condutores que haviam sido condenados por um tribunal regular. Uma baixa reincidência foi encontrada entre os condutores que completaram todo o programa (condutores que completaram *vs* os que não haviam completado o citado programa) e entre os condutores com menos problemas de dependência e menos incidentes criminais. Os resultados de todas as investigações aplicam-se a um período de dois anos a partir da sentença. Jones et al. (1996) mostraram que, após a prisão, os condutores que foram condenados por dirigir sob efeito do álcool tinham participado de programas de comportamento, testes e monitoramento da quantidade de álcool no sangue e tiveram menor reincidência que os condutores que só haviam sido condenados à prisão. Em contraste, a reincidência não foi reduzida entre condutores condenados por conduzirem em estado de embriaguez (tribunal DUI) e serem submetidos a um extenso programa de monitoramento (“Centro de Relatório Diário”). Em vez de prisão, este programa foi utilizado para a comparação com condutores que só receberam a sentença de prisão (Jones & Lacey, 1999).

Um estudo que comparou os tribunais DUI a um programa semelhante aos das extensas sanções, com vários procedimentos de monitoramento e período reduzido de prisão (Lapham et al., 2006), constatou que o programa se expandiu e reduziu o número de infrações de trânsito em cerca de 50% em relação ao clássico tribunal DUI.

Impacto na mobilidade

Não se pode demonstrar qualquer impacto geral da medida tal qual apresentada nesta seção sobre a questão da mobilidade. No entanto, considera-se que as sentenças de prisão e as restrições associadas aos programas tribunais DUI reduzem a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

O impacto no meio ambiente da medida não está documentado.

Custos

Não há números referentes aos custos atuais para as medidas descritas neste capítulo. O custo médio diário para manter-se uma pessoa na prisão é de NOK 1.500 (Kriminalomsorgen, 2008). As multas têm custos mais baixos que a prisão. As sanções alternativas significam redução dos custos relacionados à prisão, mas podem implicar custos mais elevados para os condutores condenados.

Com base nos dados relativos a 1992 fornecidos pela Hagen (1994), tem-se os custos econômicos do litígio e da prisão como resultado das infrações de trânsito na Noruega calculados em cerca de NOK 112 milhões. Foram contabilizados NOK 93 milhões em multas por dirigir embriagado, NOK 12 milhões em multas por excesso de velocidade e NOK 7 milhões em sanções relacionadas a outros tipos de irregularidades perante a legislação de trânsito.

Avaliações de custo-benefício

Em uma antiga análise de custo-benefício norueguesa (Sager, 1974), compara-se a aplicação de multas e a prisão como punição por conduzir em estado de embriaguez. Foram considerados três tipos de benefícios com a transição da prisão para as multas: redução dos custos de prisão, redução da perda de produção e maior liberdade no uso do tempo. O valor destes benefícios é questionável quando todos os condutores em estado de embriaguez são sentenciados à prisão, situação cujas penalidades tiveram valor total estimado em NOK 17,3 milhões em 1970. Supunha-se que o cenário de condutores em estado de embriaguez e o número de acidentes no tráfego não fossem afetados pela medida. A razão para isso é que

os valores das multas são tão elevados que no mínimo equivalem aos custos de manter um condenado na prisão. Considerou-se também como opção uma penalidade mais leve, em que se assumiu certo aumento de acidentes de trânsito. Foi também por esta razão que as multas passaram a ser economicamente mais favoráveis como punição do que a prisão.

Alguns estudos apresentados posteriormente demonstram que um condutor condenado à prisão não se envolve em menos acidentes que um condutor condenado a pagar multas. Os resultados também indicam que as sanções alternativas para casos graves de condução em estado de embriaguez reduzem a reincidência de modo mais eficaz que a prisão. Como tanto as multas quanto as sanções alternativas são muito mais baratas que a prisão, é óbvio que ambas as medidas serão economicamente mais rentáveis nesta comparação.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O Ministério da Justiça é responsável pelas atividades de controle que se desenvolvem tanto no que diz respeito ao âmbito de aplicação quanto aos controles que serão implementados. O Ministério da Justiça pode tomar a iniciativa de um eventual reforço ou aumento das atividades de fiscalização.

Apesar de o grau da justiça criminal diferenciar as contravenções dos crimes, os procedimentos ainda são mais facilitados na questão das contravenções do que na questão dos crimes (Statistisk sentralbyrå, 1996A). Em casos de contravenção, a polícia é quem vai decidir se irá processar ou não, enquanto que, em casos de crime, será o promotor. As contravenções podem ocorrer em maior medida que crimes resolvidos por multas sem julgamento. Para as contravenções geralmente não há possibilidade de defesa.

A multa é imposta pela polícia. Quando a ação passível de aplicação da multa for detectada, o nome e o endereço do autor são anotados pela polícia. Convoca-se, assim, um testemunho oral na delegacia de polícia.

Requisitos e procedimentos formais

As despesas com estes procedimentos são supridas pelo Estado. As despesas com advogado durante o

juízo devem ser custeadas pelo réu, a não ser que o poder público possa pagá-las por meio do regime de apoio judiciário para pessoas de baixa renda. Os principais requisitos formais e processuais nesta matéria penal estão previstos no Código Penal de 1981, bem como nas várias instruções para os policiais e promotores.

Quando um indivíduo é multado (uma advertência oral é realizada pela polícia, que lhe aplica uma multa se julgar que sua ação é passível de punição) por meio de notificação, um formulário é preenchido e devolvido e a multa é paga. Ao negligenciar o pagamento, a multa pode seguir para execução. Ao recusar-se uma multa, o assunto é levado perante os tribunais. O indivíduo pode ser condenado a pagar uma multa ou cumprir uma pena de prisão subsidiária, caso a multa não seja paga. A prisão, neste caso, será relacionada à multa. Se o caso for muito grave, de modo que a prisão seja executada, emite-se uma acusação contra o autor do crime.

Responsabilidade pela execução da medida

A prisão é decretada pelo:

- Consulente Tribunal;
- Tribunal Distrital;
- Tribunal de Recursos;
- Suprema Corte.

O julgamento é preparado pela polícia. Já o réu, dada a confissão sem reservas, pode ir a julgamento pronunciado junto à Magistratura, sem julgamento. Isso não é comum em casos envolvendo infrações de trânsito. O caso continua em primeira instância para o tribunal distrital e pode ser objeto de recurso para o tribunal de recursos e para a Suprema Corte, nos termos dispostos no Código do Processo Penal.

8.13 SEGUROS

Capítulo revisado em 2011 e parcialmente revisado em 2008 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

Entre os anos 1998 e 2007, as seguradoras registraram uma média de 270.000 danos em veículos causados por acidentes de trânsito, e pagaram anualmente uma média de NOK 3,5 bilhões correspondente ao

montante de indenizações, o equivalente a cerca de NOK 12.860 por lesão (TRAST, 2008). A tendência é que este número aumente, pois em 2007 havia 296.000 feridos e os pagamentos de indenizações totalizavam aproximadamente NOK 4,3 bilhões ou NOK 14.550 por lesão. Além disso, contabilizam-se entre 12 mil e 14 mil feridos anualmente, de acordo com os dados do seguro de veículos de passeio.

O custo de um acidente de trânsito pode chegar a milhões. Isso se aplica, por exemplo, a acidentes em que uma pessoa sofrerá as consequências de sua lesão pelo resto de sua vida, sendo afastada de seu trabalho. Poucas pessoas possuem recursos para pagar esses custos elas mesmas. O seguro beneficia os custos dos acidentes de todos os segurados; assim, o indivíduo é protegido de falências financeiras pessoais, caso se envolva num acidente de trânsito em que ele ou outros possam ser feridos. Caso não esteja segurado, o indivíduo pode ser levado a assumir enormes custos, seja para a reposição das perdas de terceiros ou para a cobertura de suas próprias perdas.

Deste modo, o seguro protege o indivíduo das mais sérias consequências econômicas dos acidentes de trânsito. Esta proteção não necessariamente resulta em acidentes menos graves, caso o indivíduo não tenha seguro, uma vez que os condutores tendem a ser menos cautelosos. Este argumento é baseado na hipótese de que o seguro de automóvel, em si, é prejudicial para a segurança viária (Wilde, 1991). Para neutralizar um possível efeito contrário adverso, os prêmios de seguro são estabelecidos em função do risco de lesão dos clientes. O chamado “sistema de bônus” implica que o prêmio de seguro será reduzido em certa porcentagem a cada ano em que não houver lesão e aumentado se for relatada uma lesão que será cobrada do seguro.

Os seguros para veículos automotores possuem dupla finalidade. Primeiramente, o seguro protege o indivíduo de maiores perdas financeiras por acidente de trânsito. Em segundo lugar, há uma política de incentivo à direção defensiva e à compra de equipamentos de segurança para veículos por parte das seguradoras. Estas duas finalidades são, de certa forma, contraditórias, mas qualquer sistema de seguro precisará se comprometer com ambas.

Descrição da medida

Os aspectos dos sistemas de seguros que foram investigados incluem:

- seguro de responsabilidade civil;
- seguro de responsabilidade civil por meio do princípio “ausência de culpa”;
- seguro contra danos materiais;
- sistema de bônus;
- pagamento em dinheiro de bônus acumulados;
- redução de bônus por excesso de velocidade “Reduza a velocidade e economize”;
- mudança dos prêmios de seguro para determinados tipos de veículos.

Seguro de responsabilidade civil: o seguro de responsabilidade civil dos veículos é obrigatório na Noruega. A Lei de Responsabilidade Automotiva exige que qualquer veículo registrado tenha o seguro de responsabilidade civil. O seguro de responsabilidade civil cobre todos os ferimentos e danos materiais causados a terceiros. Em uma colisão entre dois veículos, o seguro de responsabilidade civil cobre todos os ferimentos causados pelo acidente (para ambas as partes) e os danos materiais para o condutor ao qual não foi atribuída a culpa do acidente. Os danos ao veículo do responsável pelo acidente não são cobertos pelo seguro de responsabilidade civil.

O seguro de responsabilidade civil é obrigatório na maioria dos países motorizados. Nos EUA o seguro de responsabilidade civil nem sempre é obrigatório, porém, em 2005, 45 estados tornaram obrigatório o seguro de responsabilidade civil, sendo que a maioria se baseia na responsabilidade pelo delito “tort liability” e 14 estados no princípio de “ausência de culpa” (a seguir). Na Noruega o sistema de seguros se baseia na chamada “responsabilidade absoluta”, que significa que o solicitante tem direito à indenização, independente de ser culpado ou não. Na liquidação do sinistro, a indenização é liberada sem custos, independente da culpa.

O seguro de responsabilidade civil pelo princípio “ausência de culpa”: No Código Penal norte-americano existe um chamado “seguro de responsabilidade pelo delito”. Isso significa que, para obter a indenização, o indivíduo deve provar que o causador do dano agiu de modo negligente. No entanto, o problema deste princípio é o alto custo administrativo e a dificuldade de determinar até que ponto cada condutor é responsável pelo acidente. Vários estados nos EUA introduziram o tão conhecido sistema “ausência de culpa” para o seguro de veículos, que na prática funciona como um princípio divisor legal. Sob o sistema “ausência de culpa”, há o direito à indenização, ainda que o causador tenha sido

negligente ou culpado do acidente. É comum combinar este sistema a limites mais baixos para o ressarcimento: despesas médicas menores que NOK 10.000, por exemplo, não são ressarcidas.

Seguro contra danos materiais: o seguro contra danos materiais cobre os danos do próprio veículo do segurado em um acidente que pode ter sido de sua responsabilidade. O seguro contra danos materiais é opcional.

O sistema de bônus: o sistema de bônus é determinado pelo prêmio de seguro anual, que se baseia no vencimento do prêmio e bônus acumulados dos segurados. No primeiro ano, o beneficiário do seguro não recebe nenhum bônus e paga 100% do prêmio base. A cada ano, há uma redução no valor do prêmio se não for notificada nenhuma lesão. Se o segurado relata um sinistro com lesão, toda ou uma parte do bônus é perdida. O cálculo detalhado do bônus varia de empresa para empresa. O maior bônus atingível é entre 75-80%.

Nem todos os países possuem um sistema de bônus ou até mesmo chegaram a tê-lo para seguros de veículos. Os sistemas de bônus existentes atualmente não são tão rigorosos em todos os países. O rigor do sistema de bônus refere-se ao quão grande é a distância, medida em termos financeiros, entre os melhores bônus e entre as mais rigorosas penalizações aplicadas, mostrando em qual teor o sistema pune os danos na forma de perda de bônus, ou seja, o quanto de bônus você perde e em quanto tempo (Lemaire, 1995).

Pagamento de bônus acumulados em dinheiro: o sistema de bônus, atual, é expresso sob a forma de reduções dos prêmios. Outra forma de projetar o sistema de bônus é permitir que o segurado pague o prêmio, sem descontos, por um certo tempo, de modo a restituir o bônus acumulado no final do período, na forma de dinheiro. Isso faz com que o bônus seja mais visível que o sistema atual e pode, assim, ser previsto para reforçar o impacto do sistema de bônus.

Redução de bônus por excesso de velocidade “Reduza a velocidade e economize”: Reduza a velocidade e economize é um projeto introduzido na Dinamarca. Os indivíduos participantes deste projeto instalaram o sistema ISA (adaptação inteligente da velocidade) em seus veículos. O sistema mostra o limite de velocidade atual e dá um aviso sonoro ao condutor quando ele estiver dirigindo acima do li-

mite de velocidade. Após o primeiro aviso, o condutor recebe um sinal sonoro a cada 6 segundos e é aplicada uma penalização por pontos. Para cada penalização, o bônus sobre o prêmio de seguro diminui. Os condutores sem pontos de penalização recebem um bônus de 30% de desconto (www.sparpaafarten.dk).

Mudança dos prêmios de seguro para determinados tipos de veículos: com as mudanças na legislação de crédito no início de 1980, aumentaram os empréstimos bancários para habitação, automóveis e motocicletas em meados dessa década. Essas mudanças levaram a um aumento de acidentes em 1987, o que dificultou mais a aquisição de empréstimos e tornou-a ainda mais cara. Além disso, houve um aumento dos prêmios de seguros direcionados para grupos específicos de condutores e veículos, incluindo as motocicletas (Bjørnskau et al., 2010).

Destaques do sistema de seguro de veículos na Noruega: a legislação sobre responsabilidade sobre veículo e as regulamentações associadas proporcionam regras para quaisquer danos que serão ou podem ser cobertos pelo seguro, mas que não são cobertos por lei. Estas regras não serão descritas em detalhes aqui. Os termos relativos à segurança no seguro de um veículo são determinados por cada companhia individualmente. As características principais são as mesmas. Os prêmios dos seguros consistem em um prêmio-base e em uma parcela que varia conforme o *bônus* do segurado. Ao calcular o prêmio-base, o segurado é colocado em uma determinada classe de riscos. O prêmio varia entre estas denominadas classes de risco. Cada companhia de seguro diferencia seu prêmio em função do tipo de veículo (passageiro, van, caminhão, ônibus):

- quilometragem anual (níveis fixos – até 8.000 km, 12.000 km, etc.);
- localização;
- dedutível e opcional (para seguro contra danos materiais).

As variações no prêmio-base podem ser muito grandes. Além disso, o seguro individual diferencia-se por existirem os prêmios por ano de fabricação do veículo, idade do condutor do veículo (somente o segurado ou outros condutores), idade e sexo dos segurados, se o veículo é utilizado no contexto comercial e industrial, se o condutor do veículo está em processo de abstenção de álcool ou não, e se o veículo está equipado com controle antiderrapagem (Electronic Stability Control, ESC).

As regras para o seguro de veículos contêm proviões relativas a franquia, perda de bônus, sub-rogação e redução de danos. A franquia é a parte do custo dos danos coberta pelo próprio segurado. A perda de bônus devido a um sinistro varia de 10% a 40%, dependendo do tipo de bônus que o segurado contratou anteriormente e de quanto tempo esse bônus durou. Com a sub-rogação, significa que a seguradora busca ser ressarcida pelas indenizações pelas quais tenha pagado relacionadas a um sinistro. Os pedidos de sub-rogação são realizados automaticamente, se o acidente tiver sido causado pelo fato de o segurado ter agido com negligência considerada grave. Resumindo, significa que o segurado não receberá a indenização integral do seguro. Se, por exemplo, o indivíduo percorrer 15.000 km ao ano, mas só for segurado até 12.000 km, ele normalmente só recuperará a porcentagem de pedidos de indenização pagos coberta por um prêmio de seguro para 12.000 km anuais. Com base nas estatísticas de sinistro, a associação de seguros da Noruega demonstra o seguinte resumo na tabela 8.13.1 sobre a frequência dos sinistros para os vários tipos de veículos:

A tabela 8.13.1 mostra que cada usuário em média está envolvido em um acidente de trânsito a cada sete anos, conforme relatado à companhia de seguros. A frequência de sinistros, na tabela 8.13.1 é calculada por veículo e não se levam em consideração as diferenças de quilometragem anual entre os diferentes tipos de veículos.

O sistema de bônus é basicamente adaptado a uma maior taxa de número de sinistros envolvendo feridos que se tem hoje na Noruega. A maioria dos segurados possui grandes bônus em seu seguro. Na prática, a maioria desses segurados paga altos prêmios em seus seguros e ajudam a subsidiar os segurados mais vulneráveis, que pagam prêmios mais baixos (Lemaire, 1995). Em 1990, 54% dos

segurados ganharam um bônus de 70% (Østviket al., 1990).

Impacto sobre os acidentes

Os estudos que quantificam o impacto dos vários aspectos do seguro sobre os acidentes incluem:

Landes, 1982 (EUA);
Zador e Lund, 1986 (EUA);
Gaudry, 1987 (Canadá);
Ingebrigtsen e Fosser, 1991 (Noruega);
Vaaje, 1991 (Noruega);
Vaaje, 1992 (Noruega);
Bjørnskau, 1994 (Noruega);
Lemaire, 1995 (vários países);
Negrin, 1995 (vários países);
Cohen e Dehejia, 2004 (EUA)e
Lahrmann et al., 2011 (Dinamarca).

A tabela 8.13.2 fornece, com base nestes estudos, a melhor estimativa do impacto sobre os acidentes dos vários elementos nos planos de seguro.

Seguro de responsabilidade civil: os resultados são aplicáveis ao seguro de responsabilidade civil (“responsabilidade pelo delito”), que se baseou em estudos realizados por Gaudry (1987), no Canadá, e por Cohen e Dehejia (2004), nos EUA. O seguro de responsabilidade civil é obrigatório em Quebec, no Canadá, desde 1961 e em 31 estados dos EUA desde 2004. O estudo de Gaudry (1987) baseia-se no número de acidentes mensais em Quebec de 1956 a 1982. Cohen & Dehejia pesquisaram acidentes fatais em todos os estados americanos de 1970 a 1998. A taxa do uso do seguro de responsabilidade civil para automóveis aumentou de 70 para 85% no Canadá e de 87% para 90% nos EUA. Estes resultados podem ser interpretados propriamente que um seguro que seria prejudicial para a segurança do trânsito. Nem

TABELA 8.13.1: FREQUÊNCIA DE SINISTROS NO SEGURO DE VEÍCULOS ENTRE 1998-2007. FONTE: TRAST, SSB.

Tipo de veículo	2007			1998-2007		
	Sinistros	População	Frequência de acidentes	Sinistro	População	Frequência de sinistros
Passageiro (abaixo de 3,5 t)	296.418	2.154.837	0,138	270.101	1.940.413	0,139
Caminhões (acima de 3,5 t)	19.387	151.762	0,128	15.800	170.369	0,093
Ônibus (acima de 3,5 t)	5.793	25.204	0,230	3.879	32.363	0,120
Ciclomotores	3.882	156.287	0,025	3.311	133.808	0,025
Motocicletas leves	306	16.589	0,018	437	11.201	0,039
Motocicletas pesadas	1.622	109.618	0,015	2.362	86.213	0,027

TABELA 8.13.2: IMPACTOS SOBRE OS ACIDENTES A PARTIR DOS VÁRIOS ELEMENTOS DO SEGURO. VARIAÇÃO PORCENTUAL DO NÚMERO DE ACIDENTES.

Variação percentual do número de acidentes			
Gravidade do acidente	Tipos acidentes afetados	Melhores estimativas	Intervalo de confiança
Seguro de responsabilidade civil			
Acidentes fatais	Todos os tipos de acidentes	+17	(-23; +78)
Acidentes com vítimas	Todos os tipos de acidentes	+15	(-3; +36)
Acidentes envolvendo danos materiais	Todos os tipos de acidentes	+30	(+25; +36)
Seguro de responsabilidade civil pelo princípio “ausência deculpa”			
Acidentes fatais	Todos os tipos de acidentes	+2	(0; +3)
Acidentes com vítimas	Todos os tipos de acidentes	+26	(+19; +33)
Acidentes envolvendo danos materiais	Todos os tipos de acidentes	+10	(+7; +13)
Introdução do sistema de bônus			
Acidentes fatais	Todos os tipos de acidentes	+1	(-3; +6)
Acidentes com vítimas	Todos os tipos de acidentes	-3	(-4; -2)
Pagamento de bônus acumulados em dinheiro			
Acidentes envolvendo danos materiais	Acidentes envolvendo condutores jovens	-22	(-24; -20)
Seguro contra danos materiais (segurados com seguro contra danos materiais vs segurados sem seguro contra danos materiais)			
Acidentes envolvendo danos materiais	Todos os acidentes	+23	(-20; +88)

todos os resultados são estatisticamente confiáveis e Cohen & Dehejia (2004) encontraram apenas um ligeiro aumento no número de acidentes fatais, além de resultados variados, dependendo da especificação do modelo de análise multivariada. Cohen & Dehejia estimaram que o número de acidentes fatais aumenta em aproximadamente 2% para cada redução de 1% do número de condutores sem o seguro. A introdução da responsabilidade absoluta provoca menos variações de custos aos segurados, uma vez que há apenas a responsabilidade por uma certa porcentagem do custo de um acidente, não por todos os custos, uma vez que o culpado será cobrado pelo sistema de responsabilidade extracontratual. Como se poderia esperar da teoria econômica (ver, por exemplo, Abraham, 1986, Elvik, 1995, Lemaire, 1995) a responsabilidade absoluta envolve um certo aumento do número de acidentes.

Seguro de responsabilidade civil pelo princípio “ausência de culpa”: O seguro de responsabilidade civil pelo princípio de “ausência de culpa” também mostrou que pode causar um aumento no número de acidentes. Os resultados se baseiam em estudos de Landes (1982), Zador & Lund (1982), Gaudry (1987) e Cohen & Dehejia (2004). Cohen & Dehejia (2004) compararam os condutores com seguros baseados no “ausência de culpa”, com condutores segurados pelo princípio de “responsabilidade pelo delito” em 50 estados nos Estados Unidos entre

1970 e 1998 e concluiu que o princípio de “ausência deculpa” leva a uma condução menos cuidadosa.

Seguro contra danos materiais: dois estudos noruegueses (Ingebrigtsen e Fosser, 1991, Bjørnskau, 1994) sugerem que os segurados com seguro contra danos materiais apresentam maiores frequências de sinistros (relatos de acidentes envolvendo danos materiais) que os segurados sem este seguro. O resultado não é estatisticamente confiável. Em um estudo da Nova Zelândia (Blows et al., 2003), foi encontrado que os condutores sem o seguro contra danos materiais têm um maior risco de se envolverem em acidentes com vítimas. O seguro de responsabilidade civil é obrigatório em ambos os países. Todas as três pesquisas controlaram uma ampla gama de fatores que impactam o risco de o condutor se envolver em acidente (status socioeconômico e desemprego, por exemplo).

Uma possível explicação para um maior risco de acidentes entre os condutores com seguro contra danos materiais é que aqueles que têm este seguro são menos cautelosos que os outros, uma vez que eles sabem que podem recuperar os danos em seus carros, ainda que sejam culpados em um acidente. É possível que existam seguros que estejam relacionados tanto ao acidente quanto ao status do seguro e que não sejam controlados e não é certo que os resultados da Nova Zelândia signifiquem que o

risco de ferimentos em acidentes diminuiria, caso o seguro contra danos materiais fosse obrigatório para todos.

Sistema de bônus: o sistema de bônus foi introduzido na Suíça em 1963; na Alemanha, em 1968; na Bélgica, na França e na Áustria, em 1971; na Itália, em 1976, e nos Países Baixos em 1982 (Negrin, 1995). Negrin (1995) argumenta com base no índice de frequência de sinistros do sistema de bônus anual que foi introduzido e na frequência de sinistros no mesmo país em 1993, que isso levou a menos acidentes de trânsito nos países acima mencionados. Em todos os países, os acidentes envolvendo feridos caíram significativamente com relação ao ano anterior ao da introdução do sistema de bônus até 1993. No entanto, é questionável se a base do material de Negrin proporciona cobertura para a conclusão que ele propõe. Primeiramente, o sistema de bônus impacta o relato dos sinistros para as seguradoras. A possibilidade de perder o bônus traz razões para não se relatar pequenos danos. Em segundo lugar, a extensão do período de Negrin é amplamente comparada de país a país. Na Suíça, ele compara a taxa de sinistros de 1962 (um ano antes de o programa ter sido introduzido) com a taxa de feridos de 1993. Com relação aos Países Baixos, ele compara a taxa de sinistros de 1981 com a taxa de sinistros de 1993. No período após a introdução do Programa de Bônus ele, portanto, varia de 30 anos na Suíça e para 12 anos nos Países Baixos. Durante esse período, a ocorrência de sinistros foi influenciada por um número de fatores diferentes do sistema de bônus.

A informação de Negrin sobre a introdução do sistema de bônus nos vários países é utilizada como base para um simples exame elaborado sob o ponto de vista da segurança viária utilizando-se o banco de dados do IRTAD. Para cada país que introduziu o sistema de bônus, foram escolhidos um ou mais países que formaram um grupo de controle. Países que formavam um grupo de controle apresentavam um sistema de bônus inalterado ao longo de um período e foram escolhidos com base no desenvolvimento dos acidentes em um período de cinco anos antes da introdução do sistema de bônus. A pesquisa foi baseada em informações sobre o número de mortos e feridos no trânsito um ano antes e um ano após a introdução do sistema de bônus. O ano em que o sistema de bônus foi introduzido foi excluído da pesquisa. Com essas limitações, foi possível examinar os impactos da introdução de um sistema de bônus na Bélgica (tendo os Países Baixos como grupo de controle); na Áustria (tendo a

Suíça como grupo de controle) e nos Países Baixos (tendo os países nórdicos como grupo de controle). As pesquisas sugerem que a redução no número de feridos no primeiro ano do sistema de bônus foi de cerca de 3%. Não houve mudanças estatisticamente confiáveis no número de fatalidades.

Pagamento de bônus acumulados em dinheiro: a seguradora GjensidigeForsikring introduziu um sistema de bônus para os segurados com idade entre 18-22 anos. Ao invés de um típico desconto no prêmio, estes segurados acumulam bônus em dinheiro para cada ano de condução livre de sinistros no trânsito entre 18 e 22 anos. Se não forem registrados sinistros durante esse período de cinco anos, serão pagos NOK 6.000 em bônus acumulados. Os estudos (Vaaje, 1991, 1992) sugerem que esta medida reduziu a taxa de sinistros em 20% para esta faixa etária.

Redução de bônus por excesso de velocidade “Reduza a velocidade e economize”: em uma avaliação preliminar com 38 participantes, foram apresentados resultados apontando para uma redução do nível de velocidade em 2,4 km/h nas vias com limite de velocidade de 50 km/h e em 4,8 km/h nas vias com limite de velocidade de 80 km/h. De acordo com o modelo de potência, a relação entre a velocidade e os acidentes resultaria em uma redução de 9% dos acidentes nas vias com limite de velocidade de 50 km/h e 11% nas vias com limite de velocidade de 80 km/h (Agerholm et al., 2007).

Em uma avaliação subsequente, que foi conduzida com 153 participantes (Lahrmann et al., 2011), os resultados mostram que o sistema ISA reduziu a proporção da quilometragem conduzida a 5 km/h ou mais acima do limite de velocidade. Os participantes haviam conduzido mais de 13% de toda a quilometragem a 5 km/h ou mais acima do limite de velocidade em um período anterior sem o ISA. Esta taxa caiu para menos de 4% após o ISA, aliada aos programas de incentivo. A redução é maior nas vias com limite de velocidade superior a 80 km/h que nas vias cujo limite de velocidade é de 50 km/h. Nas vias cujo limite de velocidade é de 80 km/h sem o ISA, o número de condutores acima do limite de velocidade é maior que nas vias cujo limite de velocidade é de 50 km/h. A média de velocidade também foi reduzida de algum modo com o ISA, porém em menor extensão que a taxa de quilometragem conduzida acima do limite de velocidade. A média de velocidade diminuiu em torno de 1,1 km/h nas vias com limite de velocidade de 80 km/h. Nas vias

com limite de velocidade de 50 km/h, a média de velocidade permaneceu inalterada (+0,1 km/h). Os resultados na tabela 8.13.3 são baseados nos estudos de Lahmann et al. (2011). A velocidade média é inalterada ou apenas ligeiramente reduzida, podendo ser devido aos condutores buscarem uma condução mais próxima do limite de velocidade, ou seja, dirigem-se acima ou abaixo do limite de velocidade se comparado à situação sem o ISA.

Mudanças nos prêmios de seguros para determinados tipos de veículos: o risco de passageiros feridos tanto para as motocicletas leves como pesadas caiu em torno de 4,2 mortos ou feridos por milhão de passageiros-km em 1985 para cerca de 1,6 em 1992. O alto risco associado às motocicletas em meados da década de 1980 provavelmente estava relacionado à grande quantidade de jovens que conduziam uma motocicleta. No final da década de 1980, tornou-se mais difícil financiar a compra de motocicletas, pois seu seguro tornou-se caro. Isso significa que a motocicleta foi menos prevalente entre os jovens e que vários outros indivíduos começaram a conduzir uma motocicleta. Assim, foi crescente o número de pessoas com baixo risco de acidentes (meia-idade) utilizando motocicletas, ao invés de pessoas que inicialmente corriam altos riscos de sofrer acidentes (homens jovens) ao dirigir uma motocicleta (Bjørnskau, Nævestad e Akhtar, 2010). O aumento dos prêmios de seguro não foi o único fator que contribuiu para este desenvolvimento.

Impacto na mobilidade

Não foram encontradas pesquisas que mostram como o seguro impacta na mobilidade. A exigência de que todos os veículos devam ser assegurados pode parecer um limitador do número de veículos e, de modo indireto, impacta a mobilidade. Os impactos reais não são documentados.

Impacto no meio ambiente

Não foram encontradas pesquisas que mostram como os sistemas de seguros impactam o meio ambiente.

Custos

Em 2007, foi pago um total de aproximadamente NOK 14 bilhões em prêmios de seguros de automó-

vel, incluindo outros cerca de NOK 11,5 milhões por passageiro (FNH). Isso inclui todas as coberturas de um seguro, ou seja, também inclui outros tipos de seguro que não são apenas para o trânsito, como contrarroubo e vandalismo. O prêmio médio do seguro por veículo foi registrado em cerca de NOK 5.000 ao ano. O pagamento das indenizações de seguros de automóvel em 2007 foi de NOK 4,3 bilhões (TRAST).

As estimativas da indústria de seguros apontam que aproximadamente 0,5% dos prêmios pagos são destinados às atividades que as seguradoras consideram como medidas preventivas (Pihl e Hamre, 1989). Em 1995 este número chegou a aproximadamente NOK 37 milhões.

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontradas quaisquer avaliações de custo-benefício sobre os vários aspectos relacionados aos seguros para veículos. Seguros privados financeiramente onerosos, desde que o segurado pague pelo prêmio, em longo prazo podem custar mais do que o dano que ele pode oferecer para a cobertura. O prêmio também cobre os custos administrativos e o lucro da empresa. Quando o seguro, no entanto, surge como benéfico para muitos, é porque substitui despesas grandes e imprevisíveis, ocasionalmente com um fluxo mais constante das despesas previsíveis. A principal razão para se impor o seguro de responsabilidade civil é também porque ele protege as vítimas contra perdas financeiras importantes, de modo que não impacte sobre o número de sinistros.

O seguro de responsabilidade civil pelo princípio “ausência de culpa” demonstrou que provoca um aumento no número de acidentes. No entanto, diminuíram os custos referentes ao seguro para procedimentos legais e administrativos que ocorrem durante o princípio de “responsabilidade pelo delito” (Cohen & Dehejia, 2004). Não se sabe quais destes dois impactos é maior.

As mudanças em termos de políticas nos seguros podem reduzir as taxas de sinistros sem aumento do custo administrativo, o que muitas vezes pode ser comercialmente rentável para as seguradoras. A rentabilidade econômica destas medidas depende de o quanto a taxa de sinistros é reduzida, ou se as vítimas simplesmente mudaram de uma seguradora para outra. Nesse último caso, tem-se que atentar para afastar os clientes com alto risco de uma se-

guradora forçando-os para outras seguradoras. No caso anterior, a segurança global é melhorada.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O seguro de veículos registrados é obrigatório na Noruega. Ao comprar um veículo, ele é registrado e o comprador deve imediatamente garantir a inserção de um contrato de seguro. Um seguro mais abrangente é voluntário. Esse seguro possui uma demanda maior entre os proprietários de veículo novos/ou veículos de luxo. Aproximadamente 60% dos condutores possuem este seguro. O Ministério dos Transportes é responsável pela Lei de Responsabilidade Automotiva.

Requisitos e procedimentos formais

As regras para o seguro de veículo são determinadas pelas empresas individuais e expressas no contrato do seguro com o cliente individual. As condições devem estar em conformidade com a Lei do Seguro e com a Lei de Responsabilidade Automotiva.

Devem-se preencher os campos de um formulário no caso de acidentes com vítimas envolvendo veículos motorizados, o qual é enviado para a companhia de seguros. A empresa toma uma posição com relação à culpa e avalia os danos. Caso haja discordância do ponto de vista da companhia de seguros com relação à culpa, possivelmente em relação ao montante proposto de indenização, pode-se apelar para um órgão de recursos especial criado (Código do Consumidor referente a seguros). Se não houver concordância entre as partes, o assunto pode ser submetido aos tribunais como um processo civil. Estes casos são tratados pelo Tribunal de Primeira Instância.

Responsabilidade pela execução da medida

O proprietário do veículo é responsável por ter um seguro válido; caso contrário, o veículo é impedido de circular. A remoção da placa do veículo pode ser feita por um funcionário da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, por um oficial de fronteira ou pela polícia. A companhia de seguros é responsável por informar o segurado sobre as condições do seu seguro, bem como por di-

reccionar o segurado a encontrar a solução mais econômica para si, no caso de este sofrer algum sinistro. Sempre será pouco rentável cobrar os pequenos sinistros da seguradora; pode valer a pena o próprio segurado pagar por esses sinistros em separado.

8.14 PROIBIÇÃO DO USO DO CELULAR NO VEÍCULO

Capítulo escrito por Rune Elvik (TØI) em 2010

Problema e finalidades

Conduzir um veículo motorizado requer muita atenção do condutor, e a falta da atenção é um grande fator que contribui para vários acidentes de trânsito. Um estudo da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega aponta que (Haldorsen, Rostoft e Moen 2009) a falta de atenção foi um fator contribuinte para 61 acidentes fatais em 2008; isso corresponde a aproximadamente 25% dos acidentes fatais ocorridos neste período. Não existem estatísticas confiáveis que mostrem o quanto a falta de atenção no trânsito impacta os acidentes. Os estudos comportamentais de condutores mostram que a falta de atenção é comum. Uma pesquisa realizada nos EUA (Stutts et al., 2005) mostrou que os condutores que estavam distraídos realizando alguma atividade que os distanciavam da condução em 14,5% do tempo do veículo em movimento. O chamado “estudo dos 100 carros” nos EUA (The 100 car naturalistic driving study; Klauer et al., 2006) mostrou os riscos dos acidentes ou de quase acontecer um acidente quando o condutor afasta seus olhos do trânsito e da via.

Muitas coisas podem desviar a atenção do condutor. Os aparelhos celulares são um recurso extra de distração para aqueles que dirigem. De 1997 a 2008 o número de assinantes de telefonia móvel subiu de 1.680.000 para 5.250.000 na Noruega (Statistisk sentralbyrå, 2004, 2009). Existem hoje em média mais que uma assinatura por habitante no país. O uso de telefones celulares aumentou enormemente durante o mesmo período e não há informações sobre o quão comum é o seu uso pelos condutores enquanto dirigem na Noruega.

Realizou-se uma extensa pesquisa em que se constatou que o uso de aparelhos celulares ao volante afeta a atenção e o comportamento do condutor. Diversos estudos são discutidos detalhadamente no tópi-

co Impacto sobre os acidentes. Eles mostram que o uso de aparelhos celulares ao dirigir aumenta o risco de acidentes. Um grande número de países, portanto, introduziu restrições quanto ao uso de aparelhos celulares ao volante e o mais comum é que foi proibido o uso de celulares utilizando as mãos, porém foi permitido o uso do celular via *bluetooth*.

A finalidade de regulamentar o uso do telefone celular ao dirigir é reduzir, se não eliminar, o aumento de acidentes causados pelo uso do celular ao volante.

Descrição da medida

Em 2000 o uso de celulares ao conduzir um veículo foi proibido na Noruega. Até então, era permitido utilizar todos os tipos de aparelhos celulares ao volante. O disposto no parágrafo 1 das regulamentações proíbe o uso de celulares ao conduzir um veículo motorizado (Cappelen, 2009):

“O condutor de um veículo motorizado não pode utilizar o aparelho celular ao dirigir, a menos que o aparelho esteja preso a um suporte que esteja firmemente fixado ao veículo. O suporte deve ser instalado nas imediações do volante em um campo comum perto da visão do condutor ao dirigir, a não ser que o suporte seja uma parte integrante do painel original do veículo.”

O parágrafo 2 define os termos para aparelho celular, direção e uso do mesmo. O último inclui qualquer uso, seja de chamada, discagem, aceitação de chamada, envio ou recebimento de mensagens de texto. Em caso de violação da proibição do uso do aparelho celular ao dirigir, a polícia deve impor uma multa de NOK 1.300. Conforme as estatísticas da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, o número de multas impostas aumentou de 2.709 em 2004 para 13.433 em 2008.

Impacto sobre os acidentes

Há várias pesquisas em relação aos impactos do uso do aparelho celular e sobre as regulamentações de seu uso em relação à segurança viária. Elas incluem quatro principais tipos de estudos:

1. estudos sobre a relação entre o uso do aparelho celular e os acidentes;
2. estudos sobre os impactos da regulamentação do uso do aparelho celular;

3. estudos sobre como o uso do aparelho celular impacta a atenção e o comportamento do condutor;
4. estudos sobre a extensão do uso do aparelho celular no tráfego.

Neste tópico, enfatizam-se os primeiros dois grupos, porém também são discutidos os resultados mais importantes dos estudos sobre a atenção e o comportamento.

Os riscos dos acidentes relacionados ao uso do aparelho celular

Pesquisa relevante: é difícil realizar uma pesquisa geral sobre como o uso do aparelho celular impacta o risco de acidentes. Isso se deve principalmente a dois fatores: primeiro, é difícil reunir informações confiáveis sobre o uso do aparelho celular ao dirigir, particularmente quanto a informações que mostram que o celular foi usado pouco antes de um acidente; em segundo lugar, o impacto dos riscos de acidentes ocorre por muitas razões. Idealmente, pretende-se demonstrar uma contribuição específica que o uso do aparelho celular proporciona, uma vez que muitos fatores de risco podem estar presentes ao mesmo tempo.

O que se pretende saber, na verdade, é quantos acidentes ocorrem enquanto o aparelho celular é utilizado e em que situações o uso dos aparelhos celulares pode ser considerado como um fator contribuinte para acidentes. Nenhum estudo, no entanto, conseguiu obter essas informações. A maioria das pesquisas atém-se apenas ao uso do aparelho celular ao dirigir e a qualquer acidente em que o celular seja usado durante ou pouco antes dele. Nas seguintes pesquisas não foram encontrados impactos nos acidentes devido ao uso do aparelho celular ao volante.

Violanti e Marshall, 1996 (EUA);
Redelmeier e Tibshirani, 1997A (Canadá);
Sagberg, 1998 (Noruega);
Violanti, 1998 (EUA);
Laberge-Nadeau et al., 2003 (Canadá);
Wilson et al., 2003 (Canadá);
McEvoy et al., 2005 (Austrália);
Hahn e Prieger, 2006 (EUA);
Klauer et al., 2006 (EUA);
Beck, Yan e Wang, 2007 (EUA);
Gras et al., 2007 (Espanha) e
Backer-Grøndahl e Sagberg, 2009 (Noruega).

Questões metodológicas na investigação sobre os riscos da utilização de celulares: estes estudos po-

dem ser divididos em dois grupos: o dos que analisaram a relação entre o uso do aparelho celular durante ou pouco antes de um acidente, além do risco de acidentes (este grupo inclui estudos de Redelmeier e Tibshirani (1997A), Sagberg (1998), McEvoy (2005), Klauer et al. (2006) e Backer-Grøndahl e Sagberg (2009)), e o dos que se valeram de participantes ocultos, analisando a relação entre o uso do aparelho celular e os acidentes em geral. Os dois grupos de estudo apresentaram resultados diferentes.

Existem métodos distintos que foram utilizados nos estudos. Redelmeier e Tibshirani (1997A) e McEvoy et al. (2005) usaram o chamado método de “caso cruzado”. Este é um método epidemiológico, relativamente pouco desenvolvido, em que os mesmos indivíduos são estudados em duas situações diferentes: uma situação é definida como situação de risco e a outra, como uma situação normal. O momento em que o aparelho celular está em uso ao dirigir é definido como a situação de risco; quando o celular não está em uso ao dirigir, não se configura uma situação de risco. Estes períodos são identificados o mais precisamente possível pelo uso de contas de empresas de celular em que o tempo de chamada é gravado. Ao comparar os períodos em que o indivíduo recebeu uma chamada de celular com o instante do acidente, pode-se determinar se o telefone celular estava sendo usado durante o acidente ou pouco antes do evento. A duração dos períodos é utilizada para medir a exposição à situação de risco.

Uma vez que os mesmos indivíduos foram estudados tanto nos períodos de risco quanto nos períodos normais, considera-se que haja o controle total sobre todas as características individuais, assim como os acessórios e objetos do veículo das pessoas que utilizam o mesmo veículo em todos os períodos. Também é possível saber se o telefone celular foi utilizado ou não. O método é considerado por muitos como o melhor para identificar acidentes relacionados à utilização do celular. A confiabilidade do método é, no entanto, inteiramente dependente da possibilidade de identificação do horário das chamadas de celular e do horário dos acidentes de modo suficientemente preciso. Também é importante atentar para chamadas iniciadas em um horário muito próximo ao do acidente, pois elas podem não ter relação com a ocorrência do acidente, mas sim terem sido realizadas logo após o acidente apenas para chamar a polícia ou a ambulância.

Embora o método em princípio seja bom, Redelmeier e Tibshirani (1997B) apontam várias fontes

de incerteza sobre ele. A falta ou a imprecisão no momento das chamadas móveis ou dos acidentes leva a uma grande perda dos dados, uma vez que pode levar a distorções na interpretação dos fatores de risco. Além disso, o método pode controlar apenas características relativamente estáveis dos condutores. Se um condutor, por exemplo, estava mais cansado que o normal ou sob a influência de outros fatores de risco, o risco atribuído ao celular em uma situação de risco pode ser demasiadamente alto, uma vez que outros fatores podem estar simultaneamente presentes. O método também não controla as propriedades do tráfego que possam afetar o risco de acidentes, o tipo de via utilizado pelos condutores ou outras situações de tráfego de risco maior que o habitual; isso também pode criar distorções.

No estudo de Klauer et al. (2006), que faz parte do estudo dos 100 carros nos EUA, assim como nas análises de Redelmeier e Tibshirani (1997A) e McEvoy et al. (2005), o horário das chamadas e dos acidentes e quase acidentes são gravados diretamente, e não fornecidos pelos próprios condutores. Este estudo deve ser, portanto, considerado metodologicamente robusto. Os estudos de Sagberg (1998) e Backer-Grøndahl e Sagberg (2009) são baseados no uso declarado de telefones em registros de seguradoras. Neste caso, a subnotificação não seria uma possível fonte de erro. A subnotificação do uso de telefones celulares não necessariamente conduzirá a um cálculo errado dos riscos se o nível de subnotificação for estável ao longo do tempo e invariável entre os grupos que estão sendo comparados.

A maioria dos outros estudos da lista a seguir trata de pesquisas de um tipo de condutores. Nelas são fornecidas apenas as informações de que o indivíduo utiliza o aparelho celular ao dirigir, mas não que necessariamente o celular estava sendo utilizado durante o acidente ou pouco antes dele. Uma vez que as informações sobre o uso do aparelho celular e dos acidentes estão um tanto generalizadas, o impacto do uso do telefone celular sobre os acidentes parece diluído e subestimado.

O aumento projetado do risco ao utilizar o aparelho móvel: estudos por meio dos quais são obtidas informações sobre o uso do aparelho celular em associação aos acidentes mostram que o risco relativo e associado ao uso do aparelho celular é de 2,42 (1,47; 3,97), ou seja, que o risco aumenta mais do que o dobro. Esta estimativa é baseada em seis resultados, e os intervalos de confiança de 95% são

mostrados entre parênteses. O aumento do risco mostrou-se estatisticamente significativo.

Estudos em que há somente informações gerais relativas ao uso do aparelho celular mostram que o risco relativo aumenta para 1,28 (1,12; 1,46). Este aumento do risco é muito menor que aqueles encontrados em estudos com informações mais precisas quanto ao uso do aparelho celular. A estimativa é baseada em uma amostra de oito resultados.

A possibilidade de um viés de publicação está sendo testada sob o método *trim and fill* (Høye e Elvik 2010). Demonstrou-se um possível viés de publicação em ambos os grupos de estudos. Ao corrigir o viés de publicação, o risco relativo do atual uso do aparelho celular decresceu de 2,42 para 1,15 (0,77; 1,72), o que mostra um substancial impacto de um possível viés de publicação. Em estudos com informações gerais sobre o uso do aparelho celular, o risco relativo diminuiu de 1,28 para 1,04 (0,94; 1,16). Estes resultados mostram que o aumento do risco pode desaparecer quando o viés de publicação é corrigido.

Estudos baseados nas informações sobre o uso real do aparelho celular associado aos acidentes mostram uma tendência maior para o aumento do risco na última pesquisa que na mais antiga. Isso é mostrado na figura 8.14.1.

Esta tendência é consistente com os estudos que sugerem que o risco de utilizar o aparelho celular diminui quanto mais experiente for o usuário (Redelmeier e Tibshirani, 1997A, Shinar et al., 2005). Assume-se que os atuais usuários do aparelho celu-

lar sejam em média mais experientes que os usuários de celulares de 15 anos atrás.

Comparação entre o celular e o bluetooth: mudanças no risco de acidentes devido ao uso do telefone celular devem incluir comparações entre o uso do celular com e sem o *bluetooth*.

Redelmeier e Tibshirani (1997A);

Sagberg (1998);

Laberge-Nadeau et al. (2003);

McEvoy et al. (2005) e

Backer-Grøndahl e Sagberg (2009).

Juntas, estas cinco pesquisas estimam a diferença entre o risco de usar um celular utilizando as mãos e via *bluetooth*. Cinco dessas pesquisas mostraram que o risco é maior quando se segura o celular com uma das mãos. Em média, os estudos mostram um aumento 20% do risco para o uso do celular utilizando as mãos se comparado ao seu uso via *bluetooth*. O aumento não é estatisticamente significativo. Não foi testado o viés de publicação nestes resultados.

Impactos da proibição do uso do aparelho celular: muitos países e estados dos EUA proibiram o uso do aparelho celular durante a condução de um veículo motorizado. Existem poucos estudos sobre os impactos desta proibição. O único estudo sobre o impacto dos acidentes encontrado está relacionado à proibição do aparelho celular no Japão (RoSPA, 2002). Os resultados desta pesquisa estão disponíveis apenas em uma fonte secundária. A tabela 8.14.1 sintetiza a variação no número de acidentes até um ano após a proibição ter sido introduzida.

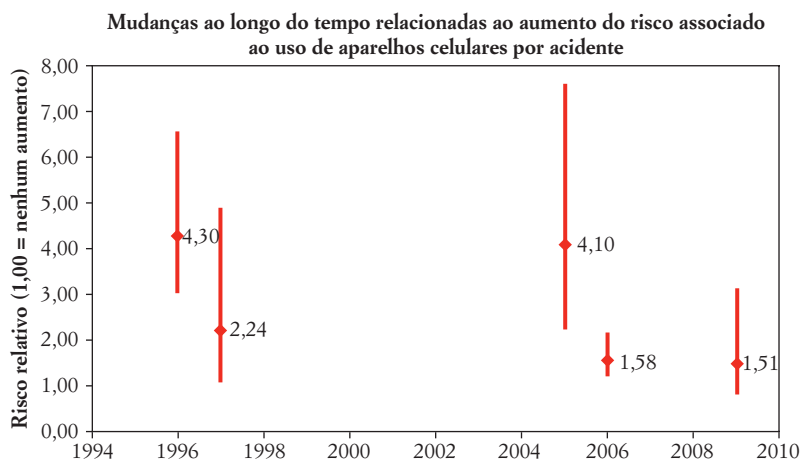


Figura 8.14.1: Evolução do risco relativo associado ao uso dos aparelhos celulares durante o acidente ou pouco antes dele.

TABELA 8.14.1: ACIDENTES ENVOLVENDO O USO DO APARELHO CELULAR E O TOTAL DE ACIDENTES NO JAPÃO ANTES E DEPOIS DA INTRODUÇÃO DA PROIBIÇÃO DO USO DE APARELHOS CELULARES NOS VEÍCULOS.

Número de acidentes, feridos ou mortos	Acidentes em que o aparelho celular foi utilizado		Todos os acidentes	
	Antes	Depois	Antes	Depois
	(novembro 1998 – outubro 1999)	(novembro 1999 – outubro 2000)	(novembro 1998 – outubro 1999)	(novembro 1998 – outubro 1999)
Acidentes	2.830	1.351	842.616	918.339
Feridos	4.118	1.925	1.040.443	1.138.147
Mortos	25	20	8.700	8.703

Houve um declínio acentuado no número de acidentes de trânsito causados pelo uso do celular. A diminuição do número de mortes foi ligeiramente menor que o declínio no número de acidentes e de pessoas feridas. O número total dos acidentes de trânsito não diminuiu. O número de acidentes causados pelo uso do aparelho celular era maior no período anterior; no período depois, estes acidentes passaram a representar uma pequena taxa de todos os acidentes – pouco mais de 0,1% dos acidentes e um pouco menos de 0,3% do número de mortos.

Os dados sugerem que a proibição reduziu o número dos acidentes para o público-alvo, porém não se pode esperar que isso leve a um resultado significativo sobre o número total de acidentes, pois ocorreram poucos acidentes relacionados ao uso do aparelho celular.

Na Grã-Bretanha, o uso do celular durante a direção é proibido desde dezembro de 2003. O Centro de Pesquisas dos Transportes (CPT) monitorou o uso do aparelho celular antes e depois de sua proibição às margens das vias. Os observadores foram equipados com um dispositivo que mede a radiação de telefones celulares quando em uso; sendo assim, também capturou o uso de telefones celulares via *bluetooth*. A taxa do tráfego composta por usuários que usavam o telefone celular antes e depois das

proibições é apresentada na tabela 8.14.2 (Dragutinovic e Twisk, 2005).

O uso dos celulares utilizando as mãos diminuiu, enquanto que o uso do celular via *bluetooth* aumentou. Entre os condutores em geral, observou-se uma diminuição do uso total do aparelho celular; porém, entre os condutores de veículos pesados, não foi observada uma diminuição do uso do aparelho celular.

O último registro é de 2009 (Department for Transport, 2010). Isso mostra uma contínua tendência de declínio com relação ao uso do aparelho celular entre os condutores; porém, esse uso ainda cresce entre os condutores de veículos pesados.

Os dados mostram que não houve adesão à proibição do uso do aparelho celular ao volante por todos os que dirigem veículos de passeio, mas que essa proibição poderia levar a uma maior taxa de condutores que utilizam o celular via *bluetooth*.

Nos EUA, a proibição do uso de aparelhos celulares utilizando as mãos foi aplicada em vários estados. A última pesquisa sobre o impacto desta proibição data de 2009 (McCartt et al., 2009). Ela é válida no Distrito de Columbia, em Nova York e em Connecticut. Os impactos são mensurados por meio de curvas de análise de regressão, em que se observou uma série de dados sobre o período de uso do apa-

TABELA 8.14.2: USO DO APARELHO CELULAR NOS VEÍCULOS ANTES E DEPOIS DA PROIBIÇÃO DE SEU USO NA GRÃ-BRETANHA.

Veículos	Telefone celular	Porcentual do uso do aparelho celular no tráfego		
		Antes (2002)	Depois (2004)	Atual (2009)
Automóveis	Utilizando as mãos (%)	1,8	1,2	1,4
	Via <i>bluetooth</i> (%)	1,7	1,9	1,5
	Ambos (%)	3,5	3,1	2,9
Veículos pesados	Utilizando as mãos (%)	2,8	2,0	2,6
	Via <i>bluetooth</i> (%)	1,4	2,5	2,4
	Ambos (%)	4,2	4,5	5,0

relho celular utilizando as mãos. Com relação ao Distrito de Columbia, a análise mostrou um declínio do uso premeditado do celular de 7,41% para 4,22%. Do mesmo modo, o declínio estimado foi de 6,04% para 2,14% em Connecticut e de 4,91% para 3,74% em Nova York. Infelizmente o uso do aparelho celular via *bluetooth* não é mostrado neste estudo. Como o uso dos telefones celulares via *bluetooth* pode ter aumentado mais que o uso do telefone celular utilizando as mãos, o estudo não diz nada sobre os impactos da proibição. A pesquisa é inútil, uma vez que não fornece todas as informações relevantes sobre os impactos da proibição do uso utilizando as mãos do aparelho celular. Foi feita uma pesquisa similar quanto à proibição do uso do aparelho celular utilizando as mãos entre jovens na Carolina do Norte (Foss et al., 2009), que também foi considerada sem valor, uma vez que não aponta nada sobre as mudanças no uso do aparelho celular via *bluetooth*.

Um estudo dos acidentes antes e depois ocorridos em Nova York (Nikolaev et al., 2010) encontrou uma tendência para a diminuição do número de acidentes, que deve ter várias razões que o estudo não pôde associar diretamente à proibição do uso do aparelho celular.

Na Noruega o uso do aparelho celular nos automóveis foi banido em 2000. Dados de seguradoras sobre o uso do telefone celular em acidentes relatados foram coletados em 1997 (Sagberg, 1998) e 2008 (Backer-Grondahl e Sagberg, 2009). Esses dados não foram coletados com o objetivo de medir os impactos da proibição do uso do aparelho celular utilizando as mãos. Ainda pode haver o interesse em utilizar os dados para uma avaliação mais informal dos possíveis impactos da proibição. Em 1997, informações sobre o uso do aparelho celular estavam disponíveis em 23 de um total de 6.161 acidentes, o equivalente a 0,37%, independente de o condutor estar ou não cometendo uma irregularidade. Em 2008, informações sobre o uso do aparelho celular estavam disponíveis em 28 dos 4.307 acidentes, o equivalente a 0,65%, independentemente da culpa. Em 1997, informações sobre o uso do aparelho celular utilizando as mãos estavam disponíveis em 15 dos 23 acidentes envolvendo o uso do celular. Em 2008, informações sobre o uso do aparelho celular utilizando as mãos estavam disponíveis em 12 dos 28 acidentes.

Estes números sugerem que houve uma mudança no uso do celular utilizando as mãos para o uso via

bluetooth. Por outro lado, a taxa dos acidentes envolvendo o uso do aparelho celular, independente do tipo, se deve ao aumento de seu uso. O aumento de 0,37% para 0,65% é muito menor que o aumento do uso do aparelho celular para a população geral indicado no período de 1997 até 2008. Os dados globais sugerem, portanto, que a proibição pode ter tido um efeito pequeno sobre os acidentes, podendo haver apenas contribuído para limitar o crescimento do uso do aparelho celular nos veículos.

Impactos dos aparelhos celulares na atenção e no comportamento

Foram feitos muitos estudos, particularmente com simuladores de direção, sobre como o uso dos aparelhos celulares impactam o desempenho na direção. Em Caird et al. (2008), foi feita uma meta-análise dos resultados de 33 pesquisas. Constatou-se que, com o uso do aparelho celular, tem-se: (1) o aumento do tempo de reação em 0,25 segundos; (2) há uma pequena redução da estabilidade, ou seja, um pouco mais de movimentos laterais entre as faixas; (3) aumento da distância do veículo dianteiro, e (4) velocidade mais baixa. Duas destas mudanças – maior tempo de reação e menor estabilidade – são consideradas como negativas para a segurança. As outras duas – o aumento da distância do veículo à frente e a velocidade mais baixa – são consideradas positivas para a segurança, se vistas isoladamente. A questão é qual o resultado global que está relacionado às mudanças comportamentais trazidas pelo uso do celular.

A maioria dos motoristas está ciente de que o uso do aparelho celular tira sua atenção. Uma menor velocidade e o aumento da distância entre o veículo dianteiro podem ser interpretados como uma adaptação de comportamento mais ou menos consciente (em muitos casos, estas mudanças no comportamento provavelmente não são deliberadas), como uma compensação para a atenção reduzida e manutenção da margem de segurança.

Um levantamento faz com que seja possível calcular as mudanças na margem de segurança indicadas por alterações na distância de parada, que não estão incluídas na meta-análise de Caird et al. (2008), mas sim nas análises de Törnros e Bolling (2006), em um simulador de condução no VTI. Os indivíduos foram convidados a dirigir em cinco ambientes de tráfego diferentes. Em todos os ambientes, o tempo de reação foi entre 0,1 e 0,25 segundo. Em três

dos ambientes, o aumento do tempo de reação foi maior para os aparelhos celulares sendo usados via *bluetooth*, embora as diferenças fossem pequenas. A velocidade foi reduzida durante as chamadas em todos os ambientes de tráfego, com exceção para uma conversa com um celular sendo usado via *bluetooth* em uma via secundária com limite de velocidade de 70 km/h. Houve uma menor redução da velocidade para o uso de celulares sendo usados via *bluetooth* e maior para os celulares utilizando as mãos.

O tempo de parada é calculado com o pressuposto de que o tempo de reação sem o uso do celular seria de 1 segundo. Supõe-se que a pista seja plana e o coeficiente de atrito seja de 0,8. Os cálculos são baseados nos resultados de Törnros e Bolling (2006). Em seguida, observa-se um aumento insignificante na distância de frenagem com o uso do aparelho celular utilizando as mãos em três dos cinco ambientes; uma redução insignificante da distância de parada em um ambiente e uma redução de 4,5% em outro ambiente. Em geral, as mudanças são descritas como pequenas. Não há nenhuma base para afirmar que a margem de segurança seja sensivelmente reduzida pelo uso do aparelho celular utilizando as mãos. Para os celulares sendo usados via *bluetooth*, houve um aumento da distância de parada em quatro dos cinco ambientes, sendo ligeiramente reduzido no quinto ambiente. Os resultados indicam que a margem de segurança é menor ao utilizar o celular via *bluetooth* do que ao usar o aparelho utilizando as mãos. Em outras palavras, a adaptação comportamental é maior com o uso do aparelho celular utilizando as mãos.

O mapeamento do uso de telefones celulares no trânsito

A utilização do telefone celular no trânsito é estudada regularmente em várias partes do mundo. A abordagem mais comum para estes estudos são observações realizadas às margens de rodovias. Este método pode prover resultados relativamente confiáveis para o uso de celulares utilizando as mãos, mas não fornece um cenário preciso sobre o uso de celulares via *bluetooth*. Somente na Grã-Bretanha pode-se mensurar o uso do celular, por haver equipamento sensível à radiação e, portanto, também pode-se registrar o uso de celulares via *bluetooth*. O uso dos aparelhos celulares no trânsito para o Reino Unido é mostrado na tabela 8.14.2.

No estado do Michigan, nos EUA, foi constatado por Eby et al. (2006) que o uso de celulares utili-

zando as mãos no trânsito aumentou de 2,7% para 5,8% durante o período 2001- 2006. No Distrito de Columbia, em New York e em Connecticut, o uso de celulares utilizando as mãos em 2009 variou entre 2% e 4% (McCartt et al., 2009). Não há registros correspondentes na Noruega, mas a partir da elevada densidade de aparelhos, pode-se estimar o uso do aparelho celular utilizando as mãos no trânsito na ordem de 2,5% dos veículos. O uso do aparelho celular via *bluetooth* (permitido) é desconhecido.

Impacto na mobilidade

Sabe-se que a velocidade é reduzida durante uma chamada de telefone celular ao volante. Pode haver um impacto sobre a mobilidade. Este prejuízo é, no entanto, pequeno, pois recai sobre uma pequena parcela do volume de tráfego, apresentando quase nenhum impacto mensurável sobre a mobilidade em geral que altere, por exemplo, o tempo de viagem esperado entre os locais específicos.

Impacto no meio ambiente

Tanto as emissões do escapamento dos veículos quanto as emissões de ruído estão relacionadas à velocidade. As mudanças na velocidade devido ao uso do celular são pequenas e de curta duração e, portanto, não afetam o nível de ruído ou o total das emissões no trânsito.

Custos

As medidas descritas neste capítulo proíbem o uso do aparelho celular ao dirigir um veículo motorizado. Os custos desta medida estão essencialmente relacionados à fiscalização policial. Com base nas estatísticas de tempo da polícia para várias atividades, o custo em 2008 foi estimado em cerca de NOK 60 milhões (Elvik, 2010).

Avaliações de custo-benefício

Foram realizadas várias análises de custo-benefício sobre a proibição do uso de aparelhos celulares durante a condução nos EUA (Redelmeier e Weinstein, 1999; Hahn e Tetlock, 1999; Cohen e Graham 2003; Sperber et al., 2009). Os resultados destas análises divergem, e elas são pouco relevan-

tes com relação à medida aqui descrita, uma vez que se aplica à proibição total do uso do aparelho celular ao dirigir. Em todas as análises, as perdas de benefícios para o usuário em função da proibição total do uso do celular desempenhariam um papel importante. Isso não é relevante em termos da proibição do uso de celulares utilizando as mãos, pois o uso do celular via bluetooth apresenta as mesmas funções que o uso do celular utilizando as mãos e não implica qualquer perda de benefício para os consumidores.

A questão é, portanto, se os benefícios da proibição do uso do celular utilizando as mãos, num escopo de menos acidentes, representa um benefício econômico que exceda os custos do controle da proibição (fiscalização). Os estudos que foram aqui apresentados sobre os impactos nos acidentes são referentes à proibição do uso do celular utilizando as mãos e não apresentam nenhuma base clara para responder a esta pergunta. Por outro lado, dados japoneses mostram um decréscimo dos acidentes associados ao uso do aparelho celular. Já os dados noruegueses sugerem não haver correlação com a diminuição no número de acidentes em que o aparelho celular é utilizado. Há também uma considerável incerteza sobre se os celulares utilizados via *bluetooth* representam menos risco que o uso comum. Estudos apontam que o uso do celular via *bluetooth* é um pouco mais seguro que o uso do celular utilizando as mãos, mas a diferença não é estatisticamente significativa. Estudos comportamentais utilizando simuladores de direção não sugerem que os celulares utilizados via *bluetooth* cria uma maior margem de segurança que o uso do celular utilizando as mãos.

Em outras palavras, as indicações apontam para sentidos diferentes. Todas as indicações carecem de certeza na quantificação do impacto sobre os acidentes ao proibir o uso do celular utilizando as mãos do celular ao dirigir um veículo motorizado na Noruega. Os custos da fiscalização seriam compensados se a medida evitasse uma série de acidentes com mortos ao ano, ou seja, acidentes fatais (15-25) ou ainda com feridos. Mudanças muito pequenas referentes às taxas de acidentes encontram-se dentro de sua esfera de variação aleatória de ano para ano e não podem ser detectadas estatisticamente. Baseado nisso, é razoável dizer que qualquer impacto de proibição referente ao uso do celular utilizando as mãos é provavelmente muito pequeno a ponto de ser demonstrado estatisticamente pelo número de acidentes.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas de mudanças que visam proibir o uso de aparelhos celulares portáteis ao dirigir podem ser tomadas por autoridades viárias, grupos de interesse ou outros.

Requisitos e procedimentos formais

Os regulamentos que proíbem o uso do celular utilizando as mãos ao dirigir um veículo são determinados pelo Ministério dos Transportes, nos termos do Código de Trânsito. A regulamentação complementa a regra geral de cuidados para o tráfego no § 3 do Código de Trânsito.

Responsabilidade pela execução da medida

A fiscalização das regulamentações e consequente punição são realizadas pela polícia. A punição das infrações ocorre por meio do sistema de pontuação, conforme o item n. 12 do § 1 do Código de Trânsito.

8.15 REGULAMENTAÇÃO E CONTROLE DA CONDUÇÃO SOB O EFEITO DE MEDICAMENTOS E OUTRAS DROGAS

Capítulo escrito por Rune Elvik (TØI) em 2012

Problema e finalidades

A influência do álcool ou de outras substâncias psicoativas aumenta significativamente o risco de acidentes. Os impactos da exposição ao álcool e o risco de estar envolvido em acidentes de tráfego há muito vem sendo divulgados, ao menos desde o clássico estudo *Grand Rapids*, do início dos anos 1960. Pouco se sabe sobre como as drogas impactam os acidentes.

O Código de Trânsito foi recentemente alterado com relação ao uso de drogas e esclareceu mais especificamente sobre as substâncias psicoativas à exceção do álcool. O parágrafo 22 do Código de Trânsito tem o seguinte teor:

“Não se deve dirigir um veículo motorizado quando o condutor estiver sob o efeito de álcool ou outras substâncias psicoativas.”

Até recentemente não havia regulamentação sobre os limites em que se considera que o condutor esteja sob a influência de drogas ou substâncias psicoativas à exceção do álcool. Ao se tratar de álcool, considera-se que o indivíduo esteja sob a influência se a concentração de álcool no sangue exceder 0,2g/l ou 0,1 mg/l de ar alveolar. Recentemente foram introduzidos limites semelhantes para outras substâncias psicoativas (Samferdselsdepartementet, Prop 9 L, 2010-2011; Samferdselsdepartementet, 2012). Estes limites são estabelecidos de modo que, na medida do possível, sejam equivalentes ao nível de influência que corresponde ao indivíduo com 0,2 m/l de álcool por litro de sangue. Os limites são entendidos como uma expressão de tolerância zero para a influência de outras substâncias psicoativas durante a condução de um veículo automotor. Os limites aplicam-se às benzodiazepinas (tranquilizantes e drogas, incluindo os barbitúricos), em que se especificam nove diferentes substâncias, como cânabis, GHB (sedativos), alucinógenos, opioides e estimulantes (anfetaminas, cocaína, MDMA (ecstasy) e metanfetamina). No geral, estão descritos os limites legais de exposição para 20 substâncias diferentes. Os limites de influência para outras substâncias psicoativas à exceção do álcool são especificados em micromol por litro de sangue. Um mol é a quantidade de substância que contém tantas moléculas quanto a quantidade de átomos de carbono contidos em 12 gramas de carbono nuclidio a ^{12}C . Um micromol equivale a um milésimo de mol.

Uma pesquisa de campo realizada entre 2005-2006 (Gjerde et al., 2008) fornece informações sobre quantos condutores na Noruega exibiam concentrações detectáveis destas substâncias psicoativas no corpo. Com relação a estas drogas, há conhecimento suficiente sobre o risco associado aos acidentes ao dirigir sob a influência delas, sendo possível calcularem-se os fatores de risco (riscos atribuídos) ao dirigir sob a influência destas substâncias. Para anfetamina, metanfetamina, maconha, diazepam, oxazepam, morfina, cocaína e zopliklon, a contribuição apresenta um risco estimado de 0,035 para acidentes com feridos e 0,058 para acidentes fatais. Isto significa que, se o ato de dirigir sob a influência destas substâncias não ocorrer, as fatalidades podem ser reduzidas em 5,8% e o número de lesões, em 3,5%.

A finalidade da regulamentação e controle por dirigir sob a influência de drogas é reduzir o número de acidentes que podem ser atribuídos ao condutor que se encontra sob a influência destas substâncias.

Descrição da medida

A regulamentação para condução sob a influência de drogas é apresentada no Código do Tráfego Rodoviário, Seção 22, cujo terceiro parágrafo diz:

“Exceder o limite de concentração no sangue de qualquer outro tipo de substância psicoativa estipulado nos regulamentos do Código de Trânsito ou mediante a uma quantidade reagente no corpo que pode levar a uma maior concentração de tal substância no corpo é considerado, em qualquer um dos casos, um impacto com relação ao que a lei prevê. Isso não se aplica quando o impacto é causado por drogas consumidas conforme prescrição médica.”

Considerando-se os regulamentos e com base nesta disposição legal, os limites de concentração devem ser equivalentes a 0,2, 0,5 e 1,2 g de álcool por litro de sangue. Estes limites são, conforme definido acima, micromols por litro de sangue. Foi estabelecido limite para 20 substâncias. Os limites entraram em vigor em 1º de fevereiro de 2012. Os limites foram apresentados na Tabela 8.15.1.

A autorização para o controle rígido dos regulamentos estabelecidos na tabela 1 é dada na Seção 22a do Código de Trânsito, com o seguinte teor:

“A polícia pode realizar um teste de alcoolemia (teste preliminar do bafômetro) e outro tipo de teste preliminar para saber se o condutor do veículo está sob a influência de outras substâncias psicoativas quando:

1. *houver razões para acreditar que ele violou as disposições do § 22;*
2. *houver razões aparentes de que o indivíduo tenha violado outras disposições contidas nos termos da presente Lei e do Ministério que decidiu que a infração pode ter esse impacto;*
3. *quando se envolver em um acidente de trânsito, mesmo sem culpa;*
4. *quando for parado no tráfego.”*

A polícia pode utilizar métodos para identificar sinais e sintomas e detectar possíveis influências de substâncias psicoativas. Se a polícia tiver razões para acreditar que um condutor está sob a influência delas, o condutor poderá ser intimado a realizar um teste de amostra de sangue, um teste de saliva ou um exame clínico para se determinar se ele está sob tal influência.

TABELA 8.15.1: LIMITES QUE DETERMINAM A INFLUÊNCIA DE MEDICAMENTOS E OUTRAS DROGAS.

Substâncias	Limites criminais (micromol/litro de sangue)	Limite correspondente a 0,5 micromol/litro de sangue	Limite correspondente a 1,2 micromol/litro de sangue
Benzodiazepinas e similares			
Alprazolam	0,010	0,020	0,050
Diazepam	0,200	0,500	1,200
Fenazepam	0,005	0,015	0,030
Flunitrazepam	0,005	0,010	0,025
Clonazepam	0,004	0,010	0,025
Nitrazepam	0,060	0,150	0,350
Oxazepam	0,600	1,500	3,000
Zolpidem	0,100	0,250	0,600
Zopiclona	0,030	0,060	0,150
Cânabis			
THC	0,004	0,010	0,030
GHB			
GHB	100	300	1200
Alucinógenos			
Ketamina	0,200	0,500	1,200
LSD	0,003	*	*
Opioides			
Buprenorfina	0,002	*	*
Metadona	0,080	*	*
Morfina	0,030	0,080	0,200
Estimulantes			
Anfetaminas	0,300	*	*
Cocaína	0,080	*	*
MDMA	0,250	*	*
Metanfetamina	0,300	*	*

*Não são estabelecidos limites quando a relação entre a concentração de droga no sangue e o risco de acidentes/deterioração apresentada é altamente variável e mal documentada. Pôde-se ver uma influência pronunciada em baixas concentrações, especialmente a qualquer momento após um consumo maior de anfetamina/metanfetamina.

A polícia testou um aparelho para medir o potencial de influência de drogas utilizando amostras de saliva. Conclui-se provisoriamente que o sistema apresenta pouca credibilidade para ser utilizado, porém seu desenvolvimento continua. Qualquer aparelho utilizado só será significativo se funcionar como um instrumento de triagem. Quando o resultado for positivo, o condutor deverá ser encaminhado para um exame clínico, para que possa ser determinado se o impacto é superior aos limites indicados no quadro 8.15.1.

As penalidades para a condução sob a influência de outras substâncias psicoativas são equivalentes às penalidades para a condução sob a influência do álcool. Em um grau de menor impacto, equivalente a um nível de álcool no sangue inferior a 0,5, aplica-se uma multa. O condutor não responde na Justi-

ça. Pela influência em grau equivalente àquele que presumidamente corresponde a uma concentração de álcool no sangue entre 0,5 e 1,2g/l, é suficiente para que o condutor seja multado, tenha a carteira de habilitação recolhida ou até mesmo seja detido, além de ter que se apresentar à Justiça, no nível mais alto de exposição, que supostamente corresponde a um nível de álcool de 1,2g/l, a penalidade resulta em multa e prisão, por determinação da Justiça.

Não há pesquisas de campo onde se tenha avaliado o grau de influência na condução sob a influência de drogas. As amostras das análises de sangue feitas pela divisão do Instituto de Saúde da População podem indicar a tendência ao longo do tempo da incidência do uso de medicamentos ou drogas, assim a polícia submete condutores suspeitos ao exame clínico. Recentemente houve um aumento do núme-

ro de análises com resultados positivos relativos ao uso de drogas. Nos anos de 2007, 2008, 2009 e 2010 o número de amostras positivas encontradas foi (Folkehelseinstituttet, 2008, 2009, 2010, 2011) 4339 (2007), 4525 (2008), 4590 (2009) e 4721 (2010). Recentemente foram realizadas muitas análises sobre álcool e outras substâncias psicoativas pelo Instituto de Saúde da População.

Impactos sobre os acidentes

Relação entre o uso de drogas e o risco de acidentes

Foi realizada uma meta-análise de estudos sobre a relação entre o uso de drogas e o risco de estar envolvido em acidentes (Elvik, 2012). A meta-análise incluiu 66 estudos com um total de 264 estimativas de acidentes relacionados ao uso de drogas durante a direção. Além disso, há 36 estudos que por várias razões não puderam ser incluídos na meta-análise. A tabela 8.15.2 resume os principais resultados da meta-análise. A tabela 8.15.2 apresenta um total de 24 estimativas de

acidente usando substâncias psicoativas durante a direção e divididos em 11 diferentes substâncias.

A maioria das estimativas aponta para um aumento de risco moderado. Quinze de 24 estimativas de risco mostram um aumento inferior a 100%, ou seja, menos do que uma duplicação de risco. Apenas três estimativas, todas relacionadas às anfetaminas, mostram que o risco é cinco vezes maior.

Comparado ao aumento dos acidentes relacionados à exposição ao álcool, o aumento do risco com o uso de outras substâncias psicoativas é descrito como moderado. Os efeitos do álcool multiplicam os acidentes; uma alta concentração de álcool no sangue aumenta o risco de acidentes fatais por um fator de mais de 500 (Glad, 1985). Há, no entanto, uma série de deficiências além das fontes de incerteza nos números na tabela 8.15.2. As principais podem ser resumidas nos seguintes pontos:

(1) Nem sempre é claro se outras substâncias psicoativas foram utilizadas enquanto se dirigia ou

TABELA 8.15.2: OS RESULTADOS DOS ESTUDOS DA META-ANÁLISE TRATAM DA RELAÇÃO ENTRE O USO DE MEDICAMENTOS E OUTRAS DROGAS E A CONDUÇÃO E OS ACIDENTES. FONTE: Elvik, 2012.

Substâncias	Grau de feridos	Probabilidade de envolvimento em acidentes	Intervalo de confiança com (95%) de probabilidade
Anfetaminas	Acidentes com mortos	5,61	(2,74; 11,49)
	Acidentes com feridos	6,19	(3,46; 11,06)
	Acidentes envolvendo danos materiais	8,67	(3,23; 23,32)
Antidepressivos	Acidentes com feridos	1,39	(1,17; 1,70)
	Acidentes envolvendo danos materiais	1,28	(0,90; 1,80)
Os anti-histamínicos	Acidentes com feridos	1,12	(1,02; 1,22)
Medicamentos para asma	Acidentes com feridos	1,33	(1,09; 1,62)
Benzodiazepinas	Acidentes com mortos	2,30	(1,59; 3,32)
	Acidentes com feridos	1,65	(1,49; 1,82)
	Acidentes envolvendo danos materiais	1,35	(1,04; 1,76)
Cânabis	Acidentes com mortos	1,31	(0,91; 1,88)
	Acidentes com feridos	1,26	(0,99; 1,60)
	Acidentes envolvendo danos materiais	1,48	(1,28; 1,72)
Cocaína	Acidentes com mortos	2,96	(1,18; 7,38)
	Acidentes com feridos	1,66	(0,91; 3,02)
	Acidentes envolvendo danos materiais	1,44	(0,93; 2,23)
Opiáceos	Acidentes com mortos	2,13	(1,23; 3,72)
	Acidentes com feridos	1,94	(1,51; 2,50)
	Acidentes envolvendo danos materiais	4,76	(2,10; 10,80)
Penicilina	Acidentes com feridos	1,12	(0,91; 1,39)
Analgésicos	Acidentes com feridos	1,06	(0,92; 1,21)
Zopiclona (sono)	Fatalidades	2,60	(0,89; 7,56)
	Acidentes com feridos	1,42	(0,87; 2,31)
	Acidentes envolvendo danos materiais	4,00	(1,31; 12,21)

imediatamente antes de dirigir. Três fontes de dados são utilizadas para determinar o uso de substâncias psicoativas: (1) Uso de autorrelato; (2) Uso de medicamento controlado de acordo com as receitas; (3) Uso determinado por análise de amostras de sangue ou outros fluidos corporais. Somente a última fonte de dados forneceu informações objetivas sobre o uso de outras substâncias psicoativas bem como sobre as dosagens usadas. Somente uma minoria dos estudos se baseia em análises laboratoriais.

(2) A maioria dos estudos não tem um bom controle de outros fatores que afetam o risco de acidentes do além do uso de outras substâncias psicoativas. Foi desenvolvida uma escala para a qualidade dos estudos com valores entre 0 (pior) e 1 (melhor) (Elvik, 2012). Nenhum estudo pontuou mais do que 0,65 nesta escala. A correlação entre a qualidade das pesquisas e as estimativas de risco foi examinada onde havia muitas e suficientes estimativas de risco. Isto se aplica a 13 dos 24 resultados da tabela 8.15.2. Em seis dos 13 casos mostrados (relativamente) as melhores pesquisas estimam menores riscos do que (relativamente) as más pesquisas. Quatro dos 13 casos que mostraram pesquisas (relativamente) boas estimam maior risco que as pesquisas (relativamente) insatisfatórias. Os três últimos resultados mostraram uma relação curvilínea entre a qualidade de uma pesquisa e a estimativa de risco.

(3) Foram testados os viés de publicação para 14 dos resultados na tabela 2. O viés de publicação significa que os resultados não são estatisticamente significativos, ou que vão para uma direção oposta à que os pesquisadores esperavam (menor risco de acidentes ao consumir drogas do que sem consumi-las, por exemplo), os resultados são publicados em menor grau do que os resultados que são estatisticamente significativos ou são consistentes com as expectativas dos cientistas. Foram encontradas provas disso em 10 dos 14 casos em que foram testados para o viés de publicação. A mais clara evidência de viés de publicação mencionada foi sobre a benzodiazepina e a cânabis. Com os ajustes de viés de publicação, estimou-se que o risco de acidentes com feridos pelo uso de benzodiazepinas diminuiu de 1,65 para 1,07. A estimativa do risco de acidentes por danos materiais ao consumir cânabis foi reduzida de 1,48 para 1,14. Em outros casos, os impactos das estimativas de risco de correção das publicações foram bem menores.

(4) Praticamente nenhuma pesquisa informou algo sobre o quão comum é o uso das diferentes drogas

ao conduzir um veículo. O aumento do risco de acidentes envolvendo danos materiais relacionados ao consumo de anfetaminas (6,19) pode ter um impacto significativo no número de acidentes, uma vez que 10% do tráfego ocorre com condutores que se encontram sob a influência de anfetaminas, porém apresenta-se um impacto insignificante, uma vez que 0,1/1000 do tráfego ocorre com condutores sob a influência da anfetamina.

Com todos os fatores considerados, não se pode interpretar estas deficiências em relação aos resultados da tabela 2 como uma expressão das relações causais. Eles mostram apenas a relação entre os dados estatísticos, o que, numa análise mais precisa, pode provar causalidade, mas também pode provar que esse resultado se deve a dados mal coletados e à falta de controle para outros fatores de risco que impactam o risco de acidentes.

Medidas que reduzem a condução sob a influência de medicamentos e outras drogas

Várias medidas poderiam ser implementadas a fim de reduzir a direção sob a influência de medicamentos e outras drogas. As principais são:

1. Informações em embalagens de medicamentos para conscientizar o usuário dos perigos de dirigir depois de tomar o medicamento.
2. A fiscalização policial contra a condução sob o efeito de substâncias psicoativas; possivelmente o policiamento também restringirá o acesso às drogas.
3. As opções de tratamento para viciados são voltadas ao desmame, que é uma transição para substâncias menos perigosas ou até mesmo para a abstinência.

Foi feita uma pesquisa literária limitada no ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com/>) a fim de encontrar estudos sobre os efeitos destas medidas. A pesquisa literária mostrou que não existem estudos sobre as iniciativas destinadas a examinar o condutor sob a influência de drogas.

Os vários estudos avaliam os impactos das advertências estampadas nas embalagens de cigarro. Vários estudos avaliaram os alertas estampados nas embalagens dos sedativos. Um estudo de Lesch (2008) mostrou que o acesso às informações pode melhorar o entendimento de alertas sobre diferentes perigos. Nenhum dos alertas estudados avaliou o perigo na

direção pelo uso de drogas. Webb et al. (2008) analisaram o quão bem os pacientes entendiam os alertas estampados nas embalagens de medicamentos. Os pacientes deram sugestões sobre como os alertas poderiam ser mais compreensíveis. Nenhum dos alertas abordou o perigo do uso de drogas no trânsito. Um experimento (Schneider et al., 2012) mostrou que o uso de imagens nas embalagens de cigarro, ao invés de textos que alertam contra os perigos para a saúde ao fumar, aumentou a motivação para se desistir de fumar. Não se sabe se este resultado pode ser transferido para a condução de veículos, ou seja, se imagens de acidentes de trânsito ou de indivíduos feridos estampadas nas embalagens dos medicamentos podem ter um impacto dissuasivo maior que uma advertência ou um texto que diz que não se deve dirigir após tomar o remédio.

Uma ampla revisão dos estudos sobre a fiscalização policial em ambientes de consumo de drogas (Kerr, Small e Wood, 2005) conclui que esses controles parecem ter impactos nocivos. Os controles fazem com que os viciados sejam menos cautelosos ao manusear suas seringas ou outros recursos que utilizam para consumir drogas. Isso aumenta o risco de overdose, entre outros problemas para a saúde dos viciados. A redução temporária da disponibilidade de drogas pode aumentar o preço delas, o que pode levar a um aumento do crime para obter-se o dinheiro para comprar drogas.

Krausz e Kaiser (2012) indicam que a abordagem da sociedade para o tratamento da dependência de drogas ainda demonstra sinais de criminalização e estigmatização, ao invés de uma aceitação do fato de que a dependência é uma doença que deve ser tratada por cuidados de saúde em pé de igualdade com todas as outras doenças. A criminalização do uso de drogas é extremamente crítica do ponto de vista ético, tendo grandes efeitos adversos para pacientes que sofrem desta doença. A história da medicina é, no entanto, cheia de exemplos de desordens psiquiátricas que não são tratadas como doenças, porém os pacientes com este diagnóstico, ao invés de tratados, são criminalizados, estigmatizados e excluídos da sociedade.

McHugh, Hearon e Otto (2010) resumem um grande número de estudos sobre terapia cognitivo-comportamental para a dependência de drogas. Conclui-se que essas terapias no todo reduzem o vício de drogas em pacientes com este diagnóstico.

Não foram encontrados estudos sobre o impacto do controle no trânsito direcionado ao uso de outras

substâncias psicoativas à exceção do álcool. O controle do consumo de álcool comprovou reduzir os acidentes em 17% (Erke, Goldenfeld e Vaa, 2009). Os impactos do controle de acidentes por uso de outras substâncias psicoativas à exceção do álcool são considerados menores, uma vez que estas substâncias causam menos acidentes que o álcool.

Impacto na mobilidade

A regulamentação e o controle da condução sob o efeito de medicamentos e outras drogas não têm impacto direto sobre a acessibilidade. Se polícia detiver os veículos em meio a um controle, cada veículo sofrerá atrasos de poucos minutos.

Impacto no meio ambiente

A regulamentação e o controle da condução sob o efeito de medicamentos e outras drogas não têm qualquer impacto nas condições ambientais.

Custos

Não há números precisos sobre o custo da regulamentação e do controle da condução sob o efeito de medicamentos e outras drogas. Existem vários tipos de custos para a regulamentação e o controle:

1. Os custos por projeto e adoção de leis e regulamentos que regem a condução sob o efeito de medicamentos e outras drogas.
2. Os custos da condução sob o efeito de medicamentos e outras drogas, incluindo o custo do reforço policial direcionado ao abuso de drogas a fim de limitar o acesso a elas.
3. O custo das sanções por dirigir sob o efeito de medicamentos e outras drogas, incluindo o custo com prisões.

O tráfego regulamentar nas vias onde se fiscalizava a influência de outras substâncias psicoativas que não o álcool mudou recentemente. O custo para a projeção de novas provisões pode ser estimado em NOK 10-15 milhões. Isto inclui trabalhos de pesquisas, elaboração de novo projeto de lei, aprovação de lei e promulgação da decisão.

As despesas da polícia para controlar os condutores sob o efeito de substâncias psicoativas são estimadas em 55 milhões ao ano (Elvik, 2010). Isso inclui tanto

os testes de bafômetro bem como outros métodos de controle de drogas. Não se sabe como os custos são distribuídos entre o controle de velocidade e os controles de outras substâncias psicoativas.

Hagen (1994) estimou que os custos do sistema judicial e da prisão por dirigir sob o efeito do álcool em 1992 foi de NOK 61 milhões. Convertidos aos valores de hoje, seriam o equivalente a NOK 91 milhões. Não se sabe como os custos são distribuídos entre os condutores cientes de terem conduzido sob o efeito do álcool e aqueles cientes de conduzirem sob o efeito de outras substâncias psicoativas. No entanto, é razoável supor que a maior parte do custo trata de condutores que são condenados por conduzir sob o efeito do álcool.

Avaliações de custo-benefício

É difícil de fazer análises sobre o custo-benefício das medidas destinadas à condução sob o efeito de medicamentos e outras drogas, uma vez que os impactos dessas medidas são pouco conhecidos. O custo econômico anual dos acidentes com feridos que podem estar relacionados ao uso de medicamentos e outras drogas pode ser estimado em cerca de NOK 880 milhões. Ou seja, como mencionado acima, é difícil de estimar quanto das atuais iniciativas direcionadas a reduzir a condução sob o efeito de substâncias psicoativas relaciona-se à condução sob o efeito de medicamentos e outras drogas. Tradicionalmente, a maioria destes esforços foram direcionados para a influência do álcool. É razoável acreditar que este ainda seja o caso, embora os controles direcionados às diferentes substâncias psicoativas à exceção do álcool tenham recebido uma crescente atenção nos últimos anos.

O conhecimento dos custos das medidas direcionadas a diferentes substâncias psicoativas à exceção do álcool bem como a utilidade dessas medidas são atualmente muito insignificantes para que as análises de custo-benefício sejam possíveis.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para alterar as disposições da legislação em matéria de trânsito por conta da influência de medicamentos ou outras drogas é tomada pelo Ministério dos Transportes. As alterações foram elabo-

radas em 2010 e 2011 e entraram em vigor em 1º de fevereiro de 2012. A iniciativa para controlar o trânsito é tomada pela polícia. A polícia prepara um plano anual para o controle do trânsito.

Requisitos e procedimentos formais

Os controles executados no trânsito são conduzidos em conformidade com as orientações que a polícia preparou para eles. As mudanças nas leis e nos regulamentos elaborados em conformidade com as disposições da Constituição são relativas aos atos legislativos e à Lei de Administração Pública de elaboração de regulamentos.

Responsabilidade pela execução da medida

A responsabilidade pela execução das medidas descritas neste capítulo se divide entre as diversas agências. A responsabilidade formal por propor mudanças na legislação cabe ao governo. Na prática, a responsabilidade recai sobre o ministério competente, de acordo com o conteúdo da lei a ser proposta. A responsabilidade pela legislação de trânsito cabe ao Ministério dos Transportes. O Ministério também é responsável por fornecer regulamentos ao Código de Trânsito. A autoridade para propor regulamentações pode ser delegada a outra autoridade, como a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega.

A polícia é responsável por exercer o controle do trânsito. Os controles são realizados tanto por patrulhamento como por controle local.

Se há a suspeita de que um condutor esteja sob a influência de drogas, este deve ser levado a realizar um exame clínico que determine se a concentração de substâncias no seu corpo excede o limite legal. O exame clínico é realizado por um médico. As amostras de sangue são analisadas pelo Instituto de Saúde Pública, Divisão de Toxicologia Forense e Abuso de Drogas.

Se o resultado mostrar que o limite legal foi excedido, cabe à polícia e aos procuradores a responsabilidade de punir o condutor. Se as concentrações forem baixas, impõe-se uma multa. Isso acontece administrativamente e não requer tratamento formal. Em concentrações mais elevadas, o condutor deve se apresentar ao tribunal para que seja imposta a prisão condicional ou incondicional. O condu-

tor que confessar a infração pode ter sua sentença proferida pelos magistrados sem julgamento. Para o condutor que não confessar, o caso deve ser admitido durante o processo principal, e a polícia deve apresentar provas de que o condutor estava conduzindo sob o efeito de medicamentos e outras drogas. Os resultados dos exames clínicos são aceitos como evidência do crime.

8.16 RECOMPENSA DA CONDUÇÃO SEGURA

Capítulo escrito por Rune Elvik (TØI) em 2014

Uma recompensa por uma condução segura normalmente é oferecida sob a forma de um pagamento em dinheiro ou desconto no prêmio em uma companhia de seguros. Experimentos a respeito de recompensas para diferentes formas de comportamento seguro no trânsito mostram que é possível alcançar redução da condução em excesso de velocidade, redução da exposição ao risco, manutenção de uma distância suficiente do veículo à frente ou ainda levar os condutores a não trafegar nos horários de pico nas cidades. A experiência em relação a recompensas por não conduzir à noite figura como a menos bem sucedida. Os experimentos foram realizados com participantes voluntários, e não se pode afirmar que os resultados podem ser generalizados para os condutores em geral.

Problema e finalidades

As violações do código de trânsito e outros comportamentos negligentes na direção contribuem substancialmente para acidentes de trânsito e lesões deles decorrentes. Calcula-se que, caso fosse possível eliminar 15 infrações de trânsito específicas, incluindo o excesso de velocidade, o álcool ao volante e a não-utilização dos cintos de segurança, o número de mortes diminuiria em mais de 50% e o número de vítimas, em 30% (Elvik, 2010). Muitas infrações de trânsito ou outras formas negligentes de comportamento na condução de um veículo são cometidas porque os usuários se sentem em vantagem com esses comportamentos e consideram que a chance de serem flagrados pela polícia é muito pequena. Não é possível que a polícia fiscalize todos os usuários viários em toda parte a todo o momento. Também não é realista imaginar que as medidas de controle automático (como o controle automático de velocidade, por exemplo) podem ter abrangência significativamente maior do que se tem hoje.

A questão é, portanto, que se pode promover um comportamento de condução mais seguro não somente por meio de fiscalizações e punições. Nos últimos anos, houve um número significativamente maior que o habitual de oportunidades para recompensar o comportamento seguro no trânsito. Uma recompensa pelo comportamento seguro requer que o comportamento seja passível de observação. A tecnologia que torna isso possível está cada vez mais barata e mais confiável. Portanto, realizou-se uma série de experimentos nos quais o usuário foi recompensado por um comportamento seguro. As formas de comportamento que têm sido recompensadas são: o cumprimento dos limites de velocidade, a redução da exposição (quantidade de quilômetros percorridos), a manutenção da distância do veículo à frente, a não-condução no escuro e a não-condução nas horas de maior movimento (horas de pico).

A finalidade de recompensar o comportamento seguro dos usuários é incentivar esse comportamento e, assim, contribuir para menos acidentes e lesões no trânsito.

Descrição da medida

As primeiras tentativas de utilizar recompensas por comportamento seguro foram realizadas como parte de experimentos com adaptação inteligente de velocidade (ISA – Intelligent Speed Adaptation). O sistema ISA é um sistema que auxilia os condutores a se manter dentro dos limites de velocidade. Isso é possível porque o sistema fornece avisos quando o limite de velocidade é violado e cria uma resistência no pedal do acelerador de modo a tornar mais difícil violar o limite de velocidade, ou ainda pode-se restringir a alimentação de combustível de modo que não seja possível ultrapassar o limite de velocidade. As tentativas que têm sido feitas estão relacionadas com recompensas e têm sido associadas à antiga versão do ISA – o ISA de alerta.

A fim de recompensar o comportamento seguro, o veículo deve estar equipado com um sistema que possa detectar esses comportamentos. A velocidade do veículo é registrada pelo medidor de velocidade do veículo e, para se recompensar o cumprimento dos limites de velocidade, o veículo deve estar equipado com um dispositivo GPS, associado a um mapa digital com os limites de velocidade conectado ao velocímetro, possibilitando a associação das informações. Também deve haver um dispositivo que seja capaz de armazenar informações sobre qual

taxa do trajeto percorrido se deu acima ou abaixo dos limites de velocidade e, no final, que envie essas informações para um sistema de armazenamento central. Esses equipamentos podem ser instalados em qualquer veículo. Equipamentos que registram a distância do veículo à frente também podem ser instalados em qualquer veículo. Um controle dos horários de condução do veículo associado aos horários de luz do dia e noite possibilita a especificação do tempo de condução do veículo durante o dia e durante a noite. Em geral, as tecnologias necessárias para registrar esses comportamentos significativamente importantes para a segurança não são muito avançadas.

O sistema mais comum para recompensar o comportamento seguro é o seguinte: primeiro, registra-se o comportamento em um período em que a recompensa não é dada. O objetivo é identificar o comportamento normal, ou seja, o comportamento não influenciado pela recompensa. Posteriormente, institui-se a recompensa pelo comportamento seguro. O valor da recompensa final tem variado muito nos testes até então realizados. A maior recompensa, que chega a 700 euros (cerca de NOK 5.800), foi oferecida em um teste dinamarquês (Lahrman et al., 2012B). Os sistemas de recompensa geralmente são projetados de modo que só se possa alcançar a recompensa máxima por realizar, em todos os momentos, comportamentos que são recompensados. No que diz respeito à observância dos limites de velocidade, o condutor deverá estar dentro dos limites de velocidade em todos os momentos. Toda vez que se ultrapassar o limite de velocidade, será deduzido um valor a partir de um montante da recompensa. Ultrapassando-se frequentemente os limites de velocidade, toda a recompensa vai sendo perdida.

Na maioria dos experimentos, a recompensa por um comportamento seguro é oferecida sob a forma de pagamento em dinheiro, mas também podem ser utilizadas outras formas de remuneração, tais como ingressos para diferentes eventos ou atividades de entretenimento. Boa parte dos experimentos de recompensa tem sido apoiada pelas companhias de seguro sob a forma de descontos no prêmio.

Impacto sobre os acidentes

Os resultados apresentados neste capítulo baseiam-se nas seguintes pesquisas:

Buxbaum, 2006 (EUA; redução da exposição);

Mazurek & van Hattem, 2006 (Países Baixos; observância dos limites de velocidade e distância do veículo à frente);

Reese & Pash-Brimmer, 2009 (EUA; redução da exposição);

Ben-Elia & Ettema, 2011 (Países Baixos; não-condução à noite ou horas de pico);

Bolderdijk et al., 2011 (Países Baixos; observância dos limites de velocidade e distância do veículo à frente; não-condução à noite);

Hultkrantz & Lindberg, 2011 (Suécia; observância dos limites de velocidade);

Lahrman et al., 2012A (Dinamarca; observância dos limites de velocidade);

Greaves, Fifer & Ellison, 2013 (Austrália; observância dos limites de velocidade; redução da exposição; não-condução à noite);

Stigson et al., 2014 (Suécia; observância dos limites de velocidade).

Estes estudos foram revisados de forma crítica e resumidos por Elvik (2014A, 2014B) e Elvik e Ramjerdi (2014). A descrição abaixo baseia-se nestas revisões. Nenhum dos estudos mediu os impactos nos acidentes. Foram medidos apenas os impactos no comportamento, que, por sua vez, apresentam uma relação conhecida com os acidentes.

Observância dos limites de velocidade

O maior número de experiências se refere à observância dos limites de velocidade. A figura 8.16.1 mostra a relação entre “recompensa efetiva” e a diminuição na incidência do excesso de velocidade (Elvik & Ramjerdi, 2014).

As recompensas são convertidas a partir do euro, utilizando-se uma taxa de câmbio de 8,25. O termo “recompensa efetiva” pode ser traduzido da seguinte maneira: no experimento mais eficaz, em que a frequência de excesso de velocidade diminuiu 79%, a recompensa máxima foi de EUR 700 (NOK 5.775). A recompensa máxima poderia ser alcançada somente pela eliminação do comportamento de excesso de velocidade. A diminuição do excesso de velocidade foi de 79%; conclui-se, portanto, que a média alcançada pelos condutores foi de 79% da recompensa máxima, ou seja, EUR 553 (NOK 4.562).

A frequência de excesso de velocidade é indicada pelo percentual da distância percorrida acima do limite de velocidade sobre a distância total percorrida. Se esta diminuir de, por exemplo, 20% para

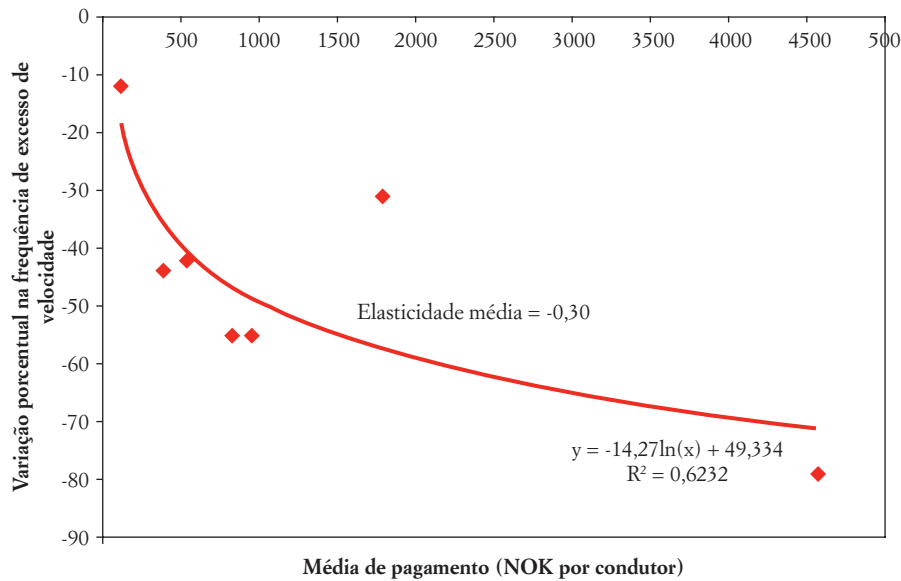


Figura 8.16.1:- Relação entre recompensa e diminuição efetiva na incidência de excesso de velocidade.

5%, isso representará uma diminuição da frequência de excesso de velocidade de 75%.

A figura 8.16.1 mostra que se pode conseguir uma diminuição significativa no excesso de velocidade, recompensando-se os condutores por respeitar os limites de velocidade. O experimento dinamarquês foi o mais eficaz (Lahrman et al., 2012A). Para se ter uma ideia do que a diminuição do excesso de velocidade pode significar para o número de acidentes, calculou-se a alteração na média de velocidade deste grupo em que o teste teve seu maior impacto. Em vias com limites de velocidade de 80 km/h, a velocidade média passou de 80,5 para 77,3 km/h. Isso corresponde a uma redução de lesões em acidentes de aproximadamente 10% (Elvik, 2013A). Em vias com limite de velocidade de 50 km/h, a velocidade média passou de 47,7 para 46 km/h, o que corresponde a uma redução de lesões em acidentes de aproximadamente 6%.

Redução da exposição

O segundo maior número de experimentos diz respeito à redução da exposição – quantidade de quilômetros percorridos (Elvik & Ramjerdi, 2014). Há uma tendência de maior diminuição da exposição quando a recompensa aumenta, mas não há nenhuma forte relação entre a recompensa e a diminuição da exposição. A maior diminuição na exposição alcançada em alguns dos experimentos foi de cerca

de 10%. O número de acidentes por condutor não aumenta na mesma proporção que sua exposição (Elvik, 2014C). Uma diminuição de 10% na quantidade de quilômetros percorridos tende a levar a uma menor diminuição no índice de acidentes: em torno de 3-6%.

Evitar conduzir à noite

Dois experimentos (Bolderdijk et al., 2011; Greaves, Fifer & Ellison, 2013) recompensaram condutores por evitar a condução à noite, mas nenhum deles obteve êxito. Não houve diminuição na condução à noite devido às recompensas. Em ambos os casos, o valor da recompensa máxima atingível era pequeno.

Manter distância do veículo à frente

Em um estudo dos Países Baixos (Mazurek & van Hattem, 2006), o condutor foi recompensado por manter uma distância segura do veículo à frente. No início do experimento, a taxa de condutores que mantinham uma distância segura subiu de cerca de 55% para aproximadamente 80%. O impacto enfraqueceu gradualmente durante o teste (que durou 16 semanas) e ao final a taxa foi uma distância segura do veículo da frente para cerca de 65% dos condutores. Após o final da experiência, o efeito desapareceu completamente.

Evitar conduzir durante a hora de pico

Um teste (Ben-Elia & Ettema, 2011) recompensou condutores por evitarem a condução nas horas de maior movimento (hora de pico). A taxa dos que conduziram nas horas de pico diminuiu significativamente. As maiores recompensas estavam associadas a uma diminuição de mais de 60%. Uma série de estudos tentou determinar se as filas e o congestionamento aumentam o risco de acidentes, ou seja, se acontecem mais acidentes em tráfego congestionado do que o implicado pelo aumento do volume de trânsito por si só. Os resultados divergem em parte, e não é possível tirar conclusões simples sobre a relação entre as filas e congestionamentos e os acidentes. O único resultado consistente é o de que os acidentes em situação de congestionamento são menos graves que o habitual, o que pode ser explicado pela menor velocidade média. Portanto, não é possível quantificar de que forma a mudança de comportamento dos condutores recompensados por não dirigir durante as horas de pico impactou os acidentes.

Comentários resumidos

Os experimentos discutidos mostram que é possível influenciar o comportamento do condutor com recompensas pelos comportamentos desejados. As recompensas podem reduzir o excesso de velocidade, fazer com que os condutores reduzam a exposição, levá-los a manter uma distância adequada do veículo à frente e levá-los a abster-se de conduzir no tráfego mais denso da hora pico. Até agora, não parece que a recompensa por não dirigir à noite tenha impactos positivos.

Entretanto, deve ser enfatizado que todas as tentativas de recompensa até então conduzidas tiveram uma abrangência limitada. Na maioria dos experimentos, apenas algumas centenas de condutores participaram. Os condutores inscreveram-se voluntariamente para participar. Por este motivo, deve-se assumir que foram os condutores mais motivados que se inscreveram para participar nos testes. Esses condutores são, devido à sua motivação, provavelmente mais fáceis de ser influenciados pela recompensa que os demais. Parece claro que os condutores que se inscreveram no experimento de recompensa por manter os limites de velocidade na Suécia e na Dinamarca (Hultkrantz & Lindberg, 2011; Lahrmann et al., 2012A) tinham naturalmente muito mais respeito pelos limites de velocidade que a maioria dos condutores. Estes condutores não

necessitam, portanto, ter seu comportamento muito alterado para atingir um alto grau de cumprimento dos limites de velocidade.

No geral, é provável que os impactos da recompensa apresentados a seguir se refiram especialmente aos motoristas motivados. Não está claro se os impactos obtidos nesse grupo de condutores podem ser generalizados para os condutores em geral.

Impacto na mobilidade

As formas de comportamento que foram recompensadas podem afetar a mobilidade. Uma velocidade mais baixa significa mais tempo de viagem, mas as alterações nos experimentos de recompensa discutidas neste capítulo são pequenas. O tempo de viagem, por exemplo, diminuiu 9,7% entre os condutores que participaram de um teste de recompensa em Sydney, Austrália (Greaves, Fifer & Ellison, 2013), principalmente como resultado das reduções de 9,8% da quantidade de quilômetros percorridos. A variação no tempo de viagem por quilômetro percorrido foi, por conseguinte, extremamente pequena (aumento de $0,902/0,903 = 0,1\%$).

A redução do trânsito nas vias com trânsito pesado pode melhorar o fluxo de tráfego (Elvik & Kaminska, 2011). Nos testes de maior sucesso, o número de quilômetros percorridos diminuiu 10%. Os resultados de Elvik e Kaminska (2011) sugerem que uma redução de 10% na quantidade máxima de volume de tráfego aumenta a velocidade média em torno de 1 km/h. Por outro lado, uma maior distância entre os veículos em uma corrente de tráfego obtida por meio do experimento de recompensa em princípio reduz a capacidade viária. Contudo, as medidas de recompensa até então aplicadas parecem ter efeitos modestos sobre a mobilidade.

Impacto sobre o meio ambiente

A alteração de ambos, velocidade e volume de tráfego, pode afetar as emissões dos veículos e, assim, ter um impacto no meio ambiente. Um menor volume de tráfego, mantendo-se as demais condições, reduz o total de emissões. A velocidade da frota também afeta as emissões, que atingem seu mínimo a uma velocidade de cerca de 70 km/h. Caso se possa reduzir o excesso de velocidade nas vias cujo nível de velocidade é de 70 km/h ou mais, poder-se-ia reduzir as emissões.

Custos

Os custos de sistemas de recompensa são de três tipos: (1) custos de instalação de equipamento no veículo para registrar o comportamento de condução; (2) custos de leitura do equipamento que detecta o comportamento e calcula a recompensa que um condutor eventualmente pode ter e (3) custos de pagamento das recompensas. É discutível se o pagamento da recompensa será considerado como custo. O pagamento de uma recompensa não consiste no ressarcimento do uso de recursos, mas apenas em uma transferência. Em análises socioeconômicas (Boardman et al., 2011), foram feitas distinções entre o uso de recursos reais (tempo, mão de obra humana, recursos naturais, capital real) e recursos de transferências. Uma transferência não é um custo social, uma vez que a transferência não está monopolizando recursos econômicos que têm usos alternativos. Pode-se argumentar que as recompensas devem ser consideradas como o custo da medida, mas dificilmente haverá qualquer impacto se as recompensas não forem pagas. O pagamento da recompensa é, portanto, uma condição necessária para que a medida entre em vigor.

Os custos de instalação e leitura dos equipamentos nos veículos dependem de quão abrangentes se quer que os registros sejam. Na análise de custo-benefício apresentada no próximo tópico, os seguintes custos por veículo foram utilizados como base:

1. instalação dos equipamentos: NOK 1.240 por automóvel (EUR 150; taxa de câmbio: 8,25);
2. leitura dos equipamentos: NOK 80 por automóvel por ano (EUR 10);
3. recompensa em três níveis foram definidos: NOK 165 por automóvel, NOK 2.474 por condutor e NOK 9.900 por automóvel (EUR 20, EUR 300 e EUR 1.200, respectivamente).

Avaliações de custo-benefício

Como já mencionado, os condutores inscreveram-se voluntariamente nos experimentos de recompensas discutidos acima. Provavelmente não é realista imaginar que um sistema de recompensa para uma condução segura possa ser implementado por outros meios de participação que não o voluntário. A experiência mostra que os condutores mais seguros serão os primeiros que se inscreverão para participar de um sistema de recompensa. Como base para realizar uma análise de custo-benefício da recom-

pensa por condução segura, foram definidos três grupos de condutores (Elvik, 2013B):

1. 50% dos condutores mais seguros: assume-se que estes condutores tenham um risco de acidentes 20% menor que a média entre todos os demais (risco relativo = 0,8).
2. 40% dos condutores de segurança intermediária: assume-se que estes condutores tenham um risco 10% menor de acidentes que a média dentre os demais condutores (risco relativo = 0,9).
3. 10% dos condutores mais perigosos: assume-se que estes condutores tenham um risco de acidentes 140% maior que a média entre todos os condutores (risco relativo = 2,4).

Estas suposições são baseadas em estudos que mostram que, em uma população normal de condutores, 90% deles normalmente são um pouco mais seguros que um condutor médio, enquanto cerca de 10% dos condutores têm risco significativamente maior que o condutor médio.

Com base na curva da figura 8.16.1, que mostra como a frequência do excesso de velocidade diminui com o aumento da recompensa, foram definidos três níveis de recompensa:

1. Recompensa de EUR 20 (NOK 165) por condutor. Assume-se que ela reduza a incidência de excesso de velocidade em 20% (do calculado, em torno de 50%, para o calculado em torno de 40% do tráfego).
2. Recompensa de EUR 300 (NOK 2.475) por condutor. Assume-se que ela reduza a incidência do excesso de velocidade em 70% (de 50% até 15% do tráfego).
3. Recompensa de EUR 1.200 (NOK 9.900) por condutor. Assume-se que ela reduza incidência do excesso de velocidade em 95% (de 50% a 2,5% do tráfego).

Ao combinar os três grupos de condutores com os três níveis de recompensa, tem-se nove alternativas para um sistema de recompensa. A tabela 8.16.1 mostra a razão benefício-custo para estas nove opções.

Na análise, supõe-se que os 50% dos condutores mais seguros se inscrevem no sistema de recompensa. Depois, inscrevem-se os 40% dos condutores moderadamente seguros; assim sendo, a soma representa 90% dos condutores. Por fim, inscrevem-se os 10% menos seguros, englobando todos os condutores.

TABELA 8.16.1: RAZÃO BENEFÍCIO-CUSTO PARA DIFERENTES SISTEMAS DE RECOMPENSA PARA O CUMPRIMENTO DOS LIMITES DE VELOCIDADE (Elvik, 2014B).

Grupos de condutores	Recompensa baixa (NOK 165)	Recompensa média (NOK 2.475)	Recompensa alta (NOK 9.900)
50% mais seguros	0,44	0,30	0,11
90% mais seguros	0,55	0,34	0,11
Todos os condutores	0,68	0,44	0,14

A tabela 8.16.1 mostra que o benefício é claramente menor que os custos em todas as alternativas de sistemas de recompensa. Caso se possa recrutar os 10% dos condutores menos seguros para um sistema com baixa ou média recompensa, o benefício será maior que os custos. Em todas as outras alternativas, o benefício é significativamente menor que os custos. O pagamento da recompensa é calculado como parte dos custos da medida.

O resultado pode parecer surpreendente, uma vez que é comum afirmar que a recompensa é um instrumento mais eficaz para influenciar o comportamento que as multas. Deve-se, contudo, lembrar que, em média, cerca de 50% dos condutores (sem qualquer tipo de recompensa) já estão em conformidade com o limite de velocidade. Estes condutores, por respeitarem os limites de velocidade, se qualificarão para a recompensa e serão pagos por isso em um sistema de recompensa. Estes pagamentos podem, de certa forma, ser considerados como desperdício, porque estes condutores respeitariam os limites de velocidade de qualquer maneira.

Caso se opte por manter o pagamento das recompensas independentemente da análise, a opção de recompensa de baixo valor não é rentável (beneficiam menos do que custam). As alternativas com valores médios ou altos de recompensa têm benefício maior que o custo, caso o pagamento da recompensa não seja calculado como um custo.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A maioria dos sistemas de recompensa discutidos aqui é implementada como projeto de pesquisa e, assim, é iniciada por pesquisadores. Tem sido argu-

mentado (Desyllas & Sako, 2013) que a lógica “Pague conforme você dirige” (Pay-as-you-drive) é um bom negócio para as companhias de seguros. Existem vários exemplos das ofertas de companhias de seguro que oferecem seguros cujos prêmios dependem do comportamento do condutor. Os termos desse tipo de seguro é que o condutor deve concordar em instalar o equipamento que detecta seu comportamento no veículo. A experiência mostra que esses seguros atraem os condutores mais seguros e cautelosos, o que já era esperado. Os condutores cautelosos sabem que para eles será mais fácil exercer comportamentos que lhes garantam um prêmio de seguro mais baixo.

Requisitos e procedimentos formais

Cabe à seguradora oferecer um seguro que se baseie no registro comportamental do condutor. Este seguro parece estar mais difundido do que nunca, tanto porque a tecnologia para registrar o comportamento do condutor está se tornando cada vez mais sofisticada e barata quanto porque os regulamentos internacionais não permitem mais que as seguradoras usem o gênero como critério no cálculo dos prêmios. Na prática, isso significa que as mulheres jovens pagam muito alto por um prêmio que subsidia as perdas que as seguradoras têm com os jovens do sexo masculino.

Responsabilidade pela execução da medida

A recompensa pela condução segura tem sido praticada até agora principalmente em empresas. A tecnologia torna cada vez mais possível recompensar condutores comuns. São principalmente as companhias de seguros que podem considerar as recompensas importantes.

REFERÊNCIAS

- “Andrea” Analysis of Driver Rehabilitation Programmes. Wien: Kuratorium fuer Verkehrssicherheit.
- Åberg, L., Nilsson, E. & Engdahl, S. (1989). Höjda hastighetsböter. Effekter på förarens kunskaper ombötesbelopp och val av hastighet. TFB-meddelande nr 100. Transportforskningsberedningen, Stockholm.
- Åberg, L. (1998). Traffic rules and traffic safety. *Safety Science*, **29**(3), 205-215.
- Åberg, L., Engdahl, S. & Nilsson, E. (1986). *Intensifierad övervakning med utandningsprov (Intensified control with breath tests)*. Transportforskningsberedningen, 1986:12. Liber distribution, Stockholm.
- Abraham, K.S. (1986). *Distributing Risk. Insurance, legal theory and public policy*. Yale University Press, New Haven, Conn.
- Agent, K.R., Green, E.R. & Langley, R.E. (2002). *Evaluation of Kentucky's "You drink and drive. You loose" campaign*. Report KTC-02-28/KSP1-02-2F. Lexington, Kentucky: University of Kentucky, Kentucky Transportation Center.
- Agerholm, N., Tradisauskas, N., Harms, L., & Lahrmann, H. (2007). Preliminary results from the Danish ISA project spar paa farten. *14th World Congress On Intelligent Transport Systems - ITS for a Better Life*. Beijing.
- Albuquerque Police Department (2001). *Safe streets program*. Report DOT HS 809 278. National Highway Traffic Safety Administration.
- Amick, D.R. & Marshall, P.B. (1983). Evaluation of the Bonneville, Idaho, DUI Accident Prevention Program. *Transportation Research Record*, **910**, 81-92.
- Amundsen, F.H. (1996). *Kjørefart ved ATK-punkter*. Notat fra Statens vegvesen/ Vegdirektoratet (TAN) av 1996-11-05.
- Andersson, G. (1989). *Hastigheter som funktion av toleransgräns, övervakningsintensitet och påföljd*. VTI-Report 337. Linköping: Statens Väg- och Trafikinstitut.
- Andersson, G. (1991). *Effekter på hastigheter av intensifierad övervakning med radar*. Transportforskningsberedningen (TFB) och Statens väg- och trafikinstitut (VTI) forskning/research nr 6.
- Andreassen, D. (1995). *A long term study of red light cameras and accidents*. Research report ARR 261. Victoria, Australia: Australian Road Research Board.
- Apsler, R., Char, A.R., Harding, W.M. & Klein, T.M. (1999). *The effects of 0.08 BAC laws*. Report DOT HS 808 892. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Armour, A. (1984). A Review of the Literature on Police Traffic Law Enforcement. *Australian Road Research*, **14** (1).
- Armour, A. (1985). A Review of the Literature on Police Traffic Law Enforcement. *Australian Road Research*, **14** (1).
- Arup (1992). *Red light camera evaluation study—implementation in Brisbane*. Report No. 6221, Arup Transportation Planning for Queensland Transport, Melbourne, Australia.
- Assum, T. & Glad, A. (1990). *Alkohol og trafikk i Norge: En situasjonsrapport*. Arbeidsdokument nr TST/0189/90. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Assum, T. & Hagman, R. (2006). *Alkolås i buss*. TØI rapport 842/2006. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Assum, T. & Høyevang, A. (2009). *Promillekjøring med tunge kjøretøy. Omfang, ulykkesrisiko og mulige tiltak*. TØI rapport 1021/2009. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Assum, T. & Ingebrigtsen, S. (1990). *Ulykker med alkoholpåvirkede førere 1987*. TØI-notat 0915. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Assum, T., Mathijssen, M.P.M., Houwing, S., Buttress, S.C., Sexton, B., Tunbridge, R.J. & Oliver, J. (2005). *The prevalence of drug driving and relative risk estimations – a study conducted in the Netherlands, Norway and United Kingdom*. Deliverable D-R4.2. Project IMMORTAL, funded by the European Commission under the Transport RTD Programme of the 5th Framework Programme.
- Baca, J.C., Miller, W.R. & Lapham, S. (2001). A multiple risk factor approach for predicting DWI recidivism. *Journal of Substance Abuse Treatment*, **21**, 207-215.
- Backer-Grøndahl, A., Sagberg, F. (2009). *Driving and telephoning: Relative crash risk when using hand-held and hands-free mobile phones*. Unpublished manuscript, Institute of Transport Economics.
- Bailey, J.P.M. (1995). An evaluation of compulsory breath testing in New Zealand. I: Alcohol, Drugs and Traffic Safety T'95: *Proceedings of the 13th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, **Volume 1** (Kloeden, C. N and A. J. McLean. eds.) Adelaide.
- Barnes, J.W. (1988). *The effect of the introduction of random breath testing in New South Wales on accident patterns*. In: Seminar Papers, Volume 2: Road Traffic Safety Seminar 14–16 September 1988, Road Traffic Safety Research Council, Wellington, NZ, pp. 125–155.
- Bartl, G. & Esberger, R. (2000). Effects of lowering the legal BAC limit in Austria. *Proceedings of the 15th Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, Stockholm, Sweden.
- Bartl, G., Assailly, J.-P., Chatenet, F., Hatakka, M., Keskinen, E. & Willmes-Lenz, G. (2002). *EU-Project „Andrea“ Analysis of Driver Rehabilitation Programmes*. Wien: Kuratorium fuer Verkehrssicherheit.
- Baughman, R., Conlin, M., Dickert-Conlin, S. & Pepper, J. (2001). Slippery when wet: the effects of local alcohol access laws on highway safety. *Journal of Health Economics*, **20**, 1089-1096.
- Bax, C., Kärki, O., Evers, C., Bernhoft, I.M. & Mathijssen, R. (2001). *Alcohol Interlock Implementation in the European Union; Feasibility study*. Leidschendam, The Netherlands: SWOV Institute for Road Safety Research.
- Beck, K. H., Yan, F., Wang, M. Q. Cell phone users, reported crash risk, unsafe driving behaviors and dispositions: A survey of motorists in Maryland. *Journal of Safety Research*, **38**, 683-688, 2007.

- Beck, K., Rauch, W., Baker, E., & Williams, A. (1999). Effects of ignition interlock licence restrictions on drivers with multiple alcohol offenses: A random trial in Maryland. *American Journal of Public Health*, **89**, 1696–1700. doc OK
- Beirness, D.J., Simpson, H.M., Mayhew, D.R. & Jonah, B.J. (1997). The impact of administrative license suspension and vehicle impoundment for DWI in Manitoba. In: Mercier-Guyon, C. (Ed.), *14th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*. Annecy, France, pp. 919-925.
- Ben-Elia, E. & Ettema, D. (2011). Changing commuters' behaviour using rewards: A study of rush-hour avoidance. *Transportation Research Part F*, **14**, 354-368.
- Bernat, D.H., Dunsmuir, W.T.M. & Wagenaar, A.C. (2004). Effects of lowering the legal BAC to 0.08 on single-vehicle nighttime fatal traffic crashes in 19 jurisdictions. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 1089-1097.
- Bernhoft, I.-M. & Behrendorff, I. (2000). *Alkohol og bilkørsel – effekt af ændret promillegrænse (Alcohol and driving – effects of the changed illegal BAC level)*. Rapport 1. København: Danmarks Transportforskning.
- Bjerre, B. & Thorsson, U. (2008). Is an alcohol ignition interlock programme a useful tool for changing the alcohol and driving habits of drink-drivers? *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 267-273.
- Bjerre, B. (2005). Primary and secondary prevention of drink driving by the use of alcohol device and program: Swedish experiences. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 1145-1152.
- Bjerre, B., & Kostela, J. (2008). Primary prevention of drink driving by the large-scale use of alcohollocks in commercial vehicles. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 1294-1299.
- Bjerre, B., & Laurell, H. (2000). The Swedish alcohol ignition interlock programme. In H. Laurell, & F. Schlyter (Eds.), *Alcohol, drugs and traffic safety-T2000*. Stockholm: Ekonomi-Print.
- Bjørnskau, T. (1994). *Spillteori, trafikk og ulykker. En teori om interaksjon i trafikken (Game theory and accidents. A theory of interaction in road traffic)*. TØI-Report 287. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Bjørnskau, T. (2008). *Risiko i trafikken 2005-2007*. TØI Rapport 986/2008. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T., Nævestad, T.-O., & Akhtar, J. (2010). *Trafikksikkerhet blant MC-førere*. TØI-Rapport 1075/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bloch, S.A. (1997). *The effectiveness of Traffic Violator Schools: An examination of their effects on driver knowledge, attitudes, and performance*. Los Angeles, CA: Automobile Club of Southern California.
- Boardman, A. E., Greenberg, D., Vining, A. & Reimer, D. (2011). *Cost-benefit analysis. Concepts and practice*. Fourth edition. Pearson Series in Economics. Boston, Prentice Hall.
- Bobevski, I., Hosking, S., Oxley, P., & Cameron, M. (2007). *Generalized linear modelling of crashes and injury severity in the context of the speed-related initiatives in Victoria during 2000-2002*. Report No. 268. Monash University Accident Research Centre. Victoria, Australia.
- Bolderdijk, J. W., Knockaert, J., Steg, E. M. & Verhoef, E. T. (2011). Effects of Pay-As-You-Drive vehicle insurance on young drivers' speed choice: Results of a Dutch field experiment. *Accident Analysis and Prevention*, **43**, 1181-1186.
- Bonneson, J.A.D, Middleton, D., Zimmerman, K., Charan, H. & Abbas, M. (2002). *Intelligent detection control system for rural signalized intersections*. Report FHWA/TX-02/4022-2.
- Borkenstein, R. F., Crowther, R. F., Shumate, R. P., Ziel, W. B. & Zylman, R. (1964). *The role of the drinking driver in traffic accidents*. Bloomington, Indiana, Department of Police Administration, Indiana University.
- Borschos, B. (2000). An evaluation of the Swedish drunken driving legislation implemented on February 1, 1994. In: H.Laurell & F. Schlyter (Eds.), *International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, Stockholm.
- Bourne, M.G. & Cooke, R.C. (1993). Victoria's speed camera program. In: R.V. Clarke (Ed.), *Crime Prevention Studies* vol. **1**, pp. 177-192. Monsey: Criminal Justice Press.
- Brackett, R. Q., & Beecher, G. P. (1980). *Longitudinal evaluation of speed control strategies*. College Station, Human Factors Division, Texas Transportation Institute/Texas A&M University (Final Report – Vol 1).
- Bradbury, K. E. (2010). *The effectiveness of red light cameras in Washington and Oregon*. Thesis submitted to Oregon State University, University Honors College.
- Bratholm, A. & Hauge, R. (1974). *Reaksjonene mot promillekjørere*. Lov og Rett, 24-38.
- Bratholm, A. (1980). *Strafferett og samfunn*. Oslo, Universitetsforlaget.
- Breckendridge, J.F., Winfree, L.T., Maupin, J.R. & Clason, D.L. (2000). Drunk drivers, DWO "drug court" treatment, and recidivism: Who fails? *Justice Research and Policy*, **2**, 87-106.
- Briscoe, S. (2004). raising the bar: Can increased statutory penaltys det er dring driers? *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 919-929.
- Broughton, J. & Stark, D. C. (1986). *The effect of the 1983 changes to the law relating to drink/driving*. Research Report 89. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Broughton, J. (1991). Restraint use by car occupants: Great Britain, 1982-91. I: *Strategies to increase the use of restraint systems*. Report no R-91-60 - sidene 34-38. (Hagenzieker, M. P. ed.) SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Brown, D.B. & Maghsoodloo, S. (1981). A study of alcohol involvement in young driver accidents with the lowering of the legal age of drinking in Alabama. *Accident Analysis and Prevention*, **13**, 319-322.
- Brown, M.G. & Thieboux, H.J. (1970). The predictive power of driver demerit points: A case study of male drivers in Nova Scotia. *Accident Analysis and Prevention*, **10**, 297-312.
- Brown, R.W., Jewell, R.T. & Richer, J. (1996). Endogenous alcohol prohibition and drunk driving. *Southern Economic Journal*, **62**, 1043-1053.

- Bryhni, A. (2007). *Alcohol and drugs in Norway. SIRUS Report*. Oslo: Norwegian Institute for Alcohol and Drug Research.
- Budd, L., Scully, J., & Newstead, S. (2011). *Evaluation of the crash effects of Victorias fixed digital speed and red-light cameras*. Report No. 307. MONASH University, Accident Research Centre. Victoria, Australia.
- Burkey, M.L. & Obeng, K. (2004). *A detailed investigation of crash risk reduction resulting from red light cameras in small urban areas. Updated Final Report*. Greensboro: Urban Transit Institute, North Carolina Agricultural / Technical State University.
- Buxbaum, J. (2006). *Mileage-Based User Fee demonstration Project: Pay-as-you-drive experimental findings*. Minnesota Department of Transportation, Research Report 2006-39A.
- Caird, J. K., Willness, C. R., Steel, P., Scialfa, C. (2008). A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 1282-1293.
- California Department of Motor Vehicles (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). *Annual report of the California DUI Management Information System*. Sacramento, California.
- California State Authority (2002). *Red light camera programs*. Report 2001-125. Sacramento, CA.
- Cameron, M., & Delaney, A. (2006). *Development of strategies for best practice in speed enforcement in western Australia*. Report No. 270. Monash University Accident Research Centre. Victoria, Australia.
- Cameron, M., Cavallo, A. & Gilbert, A. (1992). *Crash-based evaluation of the speed camera program in Victoria 1990-1991. Phase 1: General effects. Phase 2: Effect of program mechanisms*. Report No 42. Monash University Accident Research Centre Australia.
- Cameron, M., Cavallo, A. & Sullivan, G. (1992). *Evaluation of the random breath testing initiative in Victoria 1989-1991*. Report No 38. Monash University Accident Research Centre Australia.
- Cameron, M., Diamantopoulou, K., Mullan, N., Dyle, D., Gantzer, S. (1997). *Evaluation of the country random breath testing and publicity program in Victoria, 1993-1994*. Report 126. Melbourne: Monash University Accident Research Centre.
- Cameron, M., Newstead, S., Diamantopoulou, K. & Oxley, P. (2003). The interaction between speed camera enforcement and speed-related mass media publicity in Victoria, Australia. *Proceedings 47th AAAM Annual Conference, 22-24 September, Lisbon, Portugal, Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM)*, pp. 267-282
- Cameron, M., Newstead, S., Diamantopoulou, K., & Oxley, P. (2003). *The interaction between speed camera enforcement and speed-related mass media publicity in Victoria*. Monash University Accident Research Centre Clayton (VIC).
- Cameron, M.H, Strang, P.M. & Vulcan, A.P. (1981). Evaluation of random breath testing in Victoria, Australia. In: *Alcohol, Drugs and Traffic Safety, Vol III*, 1364-1381. (Goldberg, L. ed.) Almqvist & Wiksell International, Stockholm.
- Cameron, M.H. & Strang, H.J. (1982). Effect of intensified random breath testing in Melbourne during 1978 and 1979. *ARRB Proceedings*, **11**, 1-12.
- Campbell, D.T. & Ross, H. L. (1968). The Connecticut crackdown on speeding. Time-series data in quasi-experimental research. *Law and Society Review*, 32-53.
- Cappelen Akademisk Forlag (2007). *Vegtrafikklovgevingen. 47. utgave. Å jour per 1.3.2007*. Oslo, Cappelen akademisk forlag.
- Cappelen akademisk forlag. *Vegtrafikklovgevingen (2009)*. Vegtrafikkloven med trafikkregler og forskrifter. Ajourført per 20. April 2009. Oslo, Cappelen.
- Carey, S.M., Fuller, B.E., Kissick, K., Taylor, E. & Zold-Kilbourn, P. (2008). *Michigan DUI courts outcome evaluation*. Portland, OR: NPC Research; Lansing, MI: Michigan Supreme Court, State Court Administrative Office.
- Caruama, R. & Harvey, P. (2004). *The NSW sober driver program: A collaborative intervention program for repeat drink driver*. Local Government Road Safety Conference, Parramatta, New South Wales, Australia.
- Cedersund, H-Å. (2008). *Hur påverkades hastigheterna av höjda böter?* VTI-notat 19-2008. Linköping, Väg- och transportforskningsinstitutet.
- Champness, P. G., Sheehan, M. C., & Folkman, L.-M. (2005). Time and distance halo effects of an overtly deployed mobile speed camera. *Proceedings Road Safety Research, Policing and Education Conference*, Wellington, New Zealand.
- Chang, H.L., Yeh, C.C. (2004). The life cycle of the policy for preventing road accidents: an empirical example of the policy for reducing drunk driving crashes in Taipei. *Accid. Anal. Prev.* **36**, 809-818.
- Chaplin, J.P. & Krawiec, T.S. (1970). *Systems and Theories of Psychology*. Second Edition. Holt, Rinehart and Winston Inc., London.
- Charlotte, City of (2001). *SafeLight crash analysis 2001*. <http://www.charmeck.org/Departments/Transportation/Special+Programs/SafeLight+Crash+Analysis+2001.htm> (accessed 17. sept. 2007).
- Chen, G., Meckle, W., & Wilson, J. (2002). Speed and safety effect of photo radar enforcement on a highway corridor in British Columbia. *Accident Analysis & Prevention*, **34(2)**, 129-138.
- Chen, W, Cooper, P. & Pinili, M. (1995). Driver accident risk in relation to the penalty point system in British Columbia. *Journal of Safety Research*, **26**, 9-18.
- Chin, H. C. (1989). Effect of automatic red-light cameras on red-running. *Transportation Engineering and Control*, 175-179.
- Chin, H.C. & Quddus, M.A. (2003). Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 253-259.
- Chin, H.C. (1989). Effect of automatic red-light cameras on red-running. *Traffic Engineering Control*, **30**, 46-53.
- Chipman, M.L. (1982). The role of exposure, experience and demerit point levels in the risk of collision. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 475-483.
- Christie, S., Lyons, R. A., Dunstan, F. D., & Jones, S. J. (2003). Are mobile speed cameras effective? A controlled before and after study. *Injury Prevention*, **9(4)**, 302-306.

- Christophersen, A. (1990). Kombinasjonsrus - et alvorlig trafikproblem. *Samferdsel*, **3**.
- Coben, J.H. & Larkin, G.L. (1999). Effectiveness of ignition interlock devices in reducing drunk driving recidivism. *American Journal of Preventive Medicine*, **16**, 81-87.
- Cohen, A., Dehejia, R.H. (2004). The effect of automobile insurance and accident liability laws on traffic fatalities. *The Journal of Law and Economics*, **47**, 357-393.
- Cohen, J. T., Graham, J. D. (2003). A revised economic analysis of restrictions on the use of cell phones while driving. *Risk Analysis*, **23**, 5-17.
- Colón, I. & Cutter, H.S. (1983). The Relationship of Beer Consumption and State Alcohol And Motor Vehicle Policies To Fatal Accidents. *Journal of Safety Research*, **14**, 83-89.
- Colón, I. (1983). County level prohibition and alcohol-related fatal motor vehicle accidents. *Journal of Safety Research*, **14**, 101-104.
- Colón, I. (1991). Letters to the editor, response: Does county-level prohibition increase fatal motor vehicle accidents? *Journal of Safety Research*, **22**, 49-51.
- Cook, P.J. & Tauchen, G. (1984). The effect of minimum drinking age legislation on youthful auto fatalities 1970-1977. *The Journal of Legal Studies*, **XIII** (1), 169-190.
- Council, F.M., Persaud, B., C., Eccles, Lyon, K. & Griffith (2005A). *Safety evaluation of red-light cameras*. Report FHWA-HRT-05-048.
- Council, F.M., Persaud, B., Lyon, C., Eccles, K., Griffith, M, Zaloshnja, E. & Miller, T. (2005B). Implementing red light camera programs. *Transportation Research Record*, **1922**, 38-43.
- Crancer, A. (2003). *An analysis of Idaho's Kootenai County DUI court*. http://www.ndci.org/pdf/Kootenai_County_DUI_Evaluation.pdf (accessed 3. nov. 2008).
- Crosby, I. (1996). *Portland's asset forfeiture program: The effectiveness of vehicle seizure in reducing rearrest among "problem" drunk drivers. Policing in central an eastern Europe*. College of Police and Security Studies, Slovenia.
- Cunningham, C. M., & Hummer, J. E. (2010). Evaluating the effectiveness of red-light running camera enforcement in Raleigh, North Carolina. *Journal of Transportation Safety & Security*, **2**, 312-324.
- Cunningham, C. M., Hummer, J. E., & Moon, J.-P. (2008). Analysis of automated speed enforcement cameras in Charlotte, North Carolina. *Transportation Research Record*, **2078**, 127-134.
- Dahnke, R. A., Stevenson, B. C., Stein, R. M., & Lomax, T. (2008). *Evaluation of the City of Houston Digital Automated Red Light Camera Program*. Rice University, Center for Civic Engagement and Texas Transportation Institute, Texas A&M University.
- Dalgaard, J. B. (1977). Dræbt i bil. *Ulykkesårsager og selektiv virkning. En trafikmedicinsk undersøgelse*. Retsmedicinsk institut, Århus.
- Datta, T.K., Schattler, K. & Datta, S. (2000). Red light violations and crashes at urban intersections. *Transportation Research Record*, **1734**, 52-58.
- Davis, J.W., Bennink, L.D., Pepper, D.R., Parks, S.N., Lemaster, D.M. & Townsend, R.N. (2006). Aggressive traffic enforcement: A simple and effective injury prevention program. *Journal of Trauma, Injury, Infection and Critical Care*, **60**, 972-977.
- de Waard, D., & Rooijers, T. (1994). An experimental study to evaluate the effectiveness of different methods and intensities of law enforcement on driving speed on motorways. *Accident Analysis & Prevention*, **26**(6), 751-765.
- Decina, L.E., Temple, M.G. & Dorer, H.S. (1994). Increasing child safety-seat use and proper use among toddlers. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 667-673.
- Dee, T.S. (1999). State alcohol policies, teen drinking and traffic fatalities. *Journal of Public Economics*, **72**, 289-315.
- Dee, T.S. (2001). Does setting limites save lives? The case of 0.08 BAC laws. *Journal of Policy Analysis and Management*, **20**, 111-128.
- Delaney, A., Diamantopoulou, K., & Cameron, M. (2003). *Muar's speed enforcement research: Principles learnt and implications for practice*. Report No. 200. Monash University Accident Research Centre, Victoria, Australia.
- D'Elia, A., Newstead, S., & Cameron, M. (2007). Overall impact during 2001-2004 of Victorian speed-related package. *Prevention*, **17**(1), 47-56.
- Department for Transport (2010). *Mobile phone use by drivers: 2009. Survey results for England*. London, Department for Transport.
- Derby, N.M & Hurst, P.M. (1987). The effects of random stopping in New Zealand. In: *Alcohol, Drugs and Traffic Safety - T86*, 421-427. (Nordzij, P. C & R. Roszbach. eds) Excerpta Medica, Amsterdam.
- Desyllas, P. & Sako, M. (2013). Profiting from business model innovation: Evidence from Pay-As-You-Drive auto insurance. *Research Policy*, **42**, 101-116.
- DeYoung, D.J. (1995). *An evaluation of the effectiveness of California drinking driver programs*. Report CAL-DMV-RSS-95-146. Sacramento, Cal., California Department of Motor vehicles.
- DeYoung, D.J. (1999). An evaluation of the specific deterrent effects of vehicle impoundment on suspended, revoked, and unlicensed drivers in California. *Accident Analysis and Prevention*, **31**, 45-53.
- DeYoung, D.J. (2000). An Evaluation of the General Deterrent Effect of Vehicle Impoundment on Suspended and Revoked Drivers in California. *Journal of Safety Research*, **31**, 51-59.
- DeYoung, D.J. (2002). An evaluation of the implementation of ignition interlock in California. *Journal of Safety Research*, **33**, 473- 482.
- Diamantopoulou, K. & Cameron, M. (1998). *Localised effects on crashes of the country random breath testing and publicity program in Victoria*. In: Proceedings of the 19th ARRB Conference, Sydney, Australia, p. 50-65.

- Diamantopoulou, K., Cameron, M. & Shtifelman, M. (1998). *Evaluation of Moving Mode Radar for Speed Enforcement in Victoria, 1995-1997*. Report No.141. Monash University Accident Research Centre.
- Diamantopoulou, K., Cameron, M. (2002). *An evaluation of the effectiveness of overt and covert speed enforcement achieved through mobile radar operations*. Report No. 187. Monash University Accident Research Centre MUARC, Clayton, Victoria.
- Diamantopoulou, K., Cameron, M., & Bureau, A. T. S. (2002). *An evaluation of the effectiveness of overt and covert speed enforcement achieved through mobile radar operations*. Monash University Accident Research Centre.
- Diamantopoulou, K., Cameron, M., & Shtifelman, M. (1998). The effect of mobile radar devices and associated publicity on road trauma in Victoria. *Road Safety Research, Policing, Education Conference*, Wellington, New Zealand, **Vol. 2**.
- Dills, A.K., Jacobson, M. & Miron, J.A. (2005). The effect of alcohol prohibition on alcohol consumption: evidence from drunkenness arrests. *Economic Letters*, **86**, 279-284.
- Dragutinovic, N., Twisk, D. (2005). *Use of mobile phones while driving – effects on road safety*. Report R-2005-12. Leidschendam, SWOV Institute for road safety research.
- Drummond, A.E. & Torpey, S.E. (1985). *Driver improvement program evaluation*. Report No 11/85. Victoria, Road Traffic Authority, Victoria.
- Dyke, J.V. & Womble, K. (1988). *The impact of minimum drinking age laws on fatal crash involvements an update of the NHTSA analyses*. DOT HS 807 349 NHTSA Technical Report. National Highway Traffic Safety Administration/U.S: Department of Transportation, Washington, DC.
- Eby, D. W., Vivoda, J. M., St. Louis, R. M. (2006). Driver hand-held cellular phone use: A four-year survey. *Journal of Safety Research*, **37**, 261-265.
- Eccles, K.A. & McGee, H.W. (2001). *A history of the yellow and all-red intervals for traffic signals*. Report IR-113. Washington, DC, Institute of Transportation Engineers.
- Eibner, C., Morral, A.R., Pacula, R.L. & MacDonald, J. (2006). Is the drug court model exportable? The cost-effectiveness of a driving-under-the-influence court. *Journal of Substance Abuse Treatment*, **31**, 75-85.
- Eibner, C., Morral, A.R., Pacula, R.L. & MacDonald, J. (2006). Is the drug court model exportable? The cost-effectiveness of a driving-under-the-influence court. *Journal of Substance Abuse Treatment*, **31**, 75-85.
- Eisenberg, D. (2001). *Evaluating the effectiveness of a 0.08% BAC limit and other policies related to drunk driving*. Stanford, CA: Stanford Institute for Economic Policy Research, Stanford University.
- Ekström B., Kritz, L.-B. & Strömberg, L. (1966). *Försök med förstärkt trafikövervakning på europavägarna 3 och 18 sommaren 1965*. Statens Trafiksäkerhetsråd, Stockholm.
- Elvik R. (1997B). Effects of accidents of automatic speed enforcement in Norway. *Transportation Research Record*, **1997**, **1597**: 1-19.
- Elvik, R. & Christensen, P. (2004). *Virkninger av økte satser for gebyr og forenklet forelegg på lovlydighet i trafikken*. TØI rapport 725/2004. Oslo- Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. & Kaminska, J. (2011). *Effects on accidents of reduced use of studded tyres in Norwegian cities*. Report 1145. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. & Ramjerdi, F. (2014). A comparative analysis of the effects of economic policy instruments in promoting environmentally sustainable transport. *Transport Policy*, **33**, 89-95.
- Elvik, R. (1995). *Can insurance schemes internalize the costs of road traffic accidents?* Paper presented at OECD workshop on Automobile Insurance and Traffic Safety, 10-12 May 1995, Tallinn, Estonia.
- Elvik, R. (1995). *Virkninger av bilbelteri i Norge*. Arbeidsdokument TST/0667/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1997A). *Vegtrafikklovgivning, kontroll og sanksjoner. Potensialet for å bedre trafikksikkerheten og nytte-kostnadsvurdering av ulike tiltak*. TØI-notat 1073/97. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (2006). Are individual preferences always a legitimate basis for evaluating the costs and benefits of public policy?: The case of road traffic law enforcement. *Transport Policy*, **13**, 379-385.
- Elvik, R. (2007). *Prospects for improving road safety in Norway*. TØI-Report 879/2007. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (2010). *Utviklingen i oppdagelsesrisiko for trafikkforsøelser*. TØI-rapport 1059/2010.
- Elvik, R. (2010). *Utviklingen i oppdagelsesrisiko for trafikkforsøelser*. Rapport 1059. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2010). Why some road safety problems are more difficult to solve than others. *Accident Analysis and Prevention*, **42**, 1089-1096.
- Elvik, R. (2011). Developing an accident modification function for speed enforcement. *Safety Science*, **49(6)**, 920-925.
- Elvik, R. (2012). *Risk of road accident associated with the use of drugs: a systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies*. Paper AAP-D-11-00605 submitted to Accident Analysis and Prevention. In revised form March 3, 2012.
- Elvik, R. (2013A). A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accident Analysis and Prevention*, **50**, 854-860.
- Elvik, R. (2013B). Can it be true that most drivers are safer than the average driver? *Accident Analysis and Prevention*, **59**, 301-308.
- Elvik, R. (2014A). *Rewarding safe and environmentally sustainable driving: a systematic review of trials*. Paper TRB-14-0296, accepted for publication in Transportation Research Record.
- Elvik, R. (2014B). *Cost-benefit analysis of incentive systems rewarding compliance with speed limits*. Paper TRB-14-0297, accepted for publication in Transportation Research Record.

- Elvik, R. (2014C). *Towards a general theory of the relationship between exposure and risk*. Report 1316. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Elvik, R., Christensen, P. (2007). The deterrent effect of increasing fixed penalties for traffic offences: The Norwegian experience. *Journal of Safety Research*, **38**, 689-695.
- Epperlein, T. (1987). Initial deterrent effects of the crackdown on drinking drivers in the state of Arizona. *Accident Analysis and Prevention*, **19**, 285-303.
- Epperson, W.V. & Harano, R.M. (1975). An evaluation of some additional factors influencing the effectiveness of warning letters. *Accident Analysis and Prevention*, **7**, 239-247.
- Erke, A. & Vaa, T. (2008). *Evaluering av bruk av skilt ved bilbeltekontroller*. TØI-rapport 951/2008. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Erke, A., Goldenbeld, C. & Vaa, T. (2009). The effects of drink-driving checkpoints on crashes – a meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention*, **41**, 914-923
- Evans, L. (1987A). Belted and Unbelted driver Accident Involvement Rates Compared. *Journal of Safety Research*, **18**, 57-64.
- Evans, L. (1987B). Estimating Fatality Reductions from Increased Safety Belt Use. *Risk Analysis*, **7**, 49-57.
- Evans, W. N. & J. D. Graham. (1990). An estimate of the lifesaving benefit of child restraint use legislation. *Journal of Health Economics*, **9**, 121-142.
- Evans, W.D., Neville, D. & Graham, J. (1991). General deterrence of drunk driving: Evaluation of recent American policies. *Risk Analysis*, **11**, 279-289.
- Farraher, B.A.B., Weinholzer, R. & Kowski, M.P. (1999). *The effect of advanced warning flashers on red light running*. Report CD-006. Washington DC: Institute of Transportation Engineers.
- Fell J.C., Langston E.A. & Tippetts A.S. (2005). *Evaluation of four state impaired driving enforcement demonstration programs: Georgia, Tennessee, Pennsylvania and Louisiana*. In: 49th Annual Proceedings Association for the Advancement Automotive Medicine, September 12-14, Boston, Massachusetts, pp. 311-326.
- Fell, J.C. & Voas, R.B. (2006). The effectiveness of reducing illegal blood alcohol concentration (BAC) limits for driving: Evidence for lowering the limit to .05 BAC. *Journal of Safety Research*, **37**, 233-243.
- Ferguson, M., Sheehan, M., Davey, J. & Watson, B. (1999). *Drink driving rehabilitation: the present context*. Road Safety Research Report CR 184. Queensland, Australia: Centre for Accident Research and Technology, Queensland University of Technology.
- Ferreira, J. & Sichertman, A. (1976). The impact of Massachusetts' reduced drinking age on auto accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **8**, 229-239.
- Fitzharris, M., Gelb, K. R., Harrison, W. A., Newstead, S., Diamantopoulou, K., & Cameron, M. (1999). Evaluation of the effect of the deployment of hand-held laser speed-detection devices in the Melbourne metropolitan area. *Road Safety: Research, Policing & Education Conference. Handbook and Proceedings* pp. 709-720.
- Fitzsimmons, E. J., Hallmark, S., McDonald, T., Orellana, M., & Matulac, D. (2007). *The Effectiveness of Iowa's Automated Red Light Running Enforcement Programs*. Report No. CTRE Project 05-226. Center for Transportation Research and Education Iowa State University, Ames, Iowa.
- Fleck, J.L. & Smith, B.B. (1999). *Can we make red light runners stop? Red light photo enforcement in San Francisco, California*. San Francisco Department of Parking and Traffic. <http://www.ci.sf.ca.us/dpt/press.htm>
- Folkhelseinstituttet. (2008). *Rusmiddelstatistikk for 2007 – funn i blodprøver fra pågrepne bilførere*. Oslo, Folkehelseinstituttet.
- Folkhelseinstituttet. (2009). *Rusmiddelstatistikk. Funn i blodprøver hos bilførere med mistanke om påvirkning 2008*. Oslo, Folkehelseinstituttet, 2009.
- Folkhelseinstituttet. (2010). *Rusmiddelstatistikk. Funn i blodprøver hos bilførere mistenkt for påvirket kjøring 2009*. Oslo, Folkehelseinstituttet, 2010.
- Folkhelseinstituttet. (2011). *Rusmiddelstatistikk. Funn i blodprøver hos bilførere mistenkt for påvirket kjøring 2010*. Oslo, Folkehelseinstituttet, 2011.
- Foss, R. D., Goodwin, A. H., McCart, A. T., Hellinga, L. A. (2009). Short-term effects of a teenage driver cell phone restriction. *Accident Analysis and Prevention*, **41**, 419-424.
- Fosser, S. (1995). *Bilbelte- og hjelmbruk fra 1973 til 1993*. TØI-notat 996. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S., T. Vaa & A. K. Torp. (1992). *Sikring av barn og voksne i bil. Et informasjonshefte om bilbelter, barnesikring og luftputer - lovgivning, sikkerhetseffekt, bruk og feilbruk*. Rapport 111. Transportøkonomisk institutt og Gjensidige forsikring, Oslo.
- Fowler, W.E. & Alcorn, J. (2002). The use of legal motivators in the treatment of drunken drivers: Questioning the assumptions. *The Chronicle*, **50**, 10-12.
- Fox, H. (1996). *Accidents at signal controlled junctions and pelican crossings in Glasgow*. Scottish Office Central Research Unit, Glasgow.
- Frank, L. (1986). *The effect of the 1983 RBT 'blitz' on the frequency of casualty accidents in Melbourne residential streets*. Report No. GR/86/16. Road Traffic Authority of Victoria.
- Fuchs, C. (1980). Wisconsin driver improvement program: A treatment-control evaluation. *Journal of Safety Research*, **12**, 107-114.
- Fuller, R. (2002) Mission impossible? A retrospective of the effectiveness of a high-intensity enforcement campaign. In: *Behavioural research in road safety: eleventh seminar proceedings*. Department of Transport. http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_504574-07.hcsp
- Gains, A., Norstrom, M., Heydecker, B. & Shrewsbury, J. (2005). *The national safety camera programme*. Four-year evaluation report. December 2005. PA Consulting Group, London

- Garber, N.J., Miller, J.S., Abel, R.E., Eslambolchi, S. & Korukonda, S.K. (2007). *The impact of red light cameras (photo-red enforcement) in Virginia*. Final report VTRC 07-R2. Virginia Transportation Research Council. Charlottesville, Virginia.
- Garber, N.J., Miller, J.S., Eslambolchi, S., Khandelwal, R., Mattingly, K.M., Sprinkle, K.M. & Wachendorf, P.L. (2005). *An evaluation of red light camera (photo-red) enforcement programs in Virginia*. Final Report VTRC 05-R21. Virginia Transportation Research Council. Charlottesville, Virginia.
- Gaudry, M. (1987). *Responsibility for accidents: relevant results selected from the DRAG model*. Publication # 544, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.
- Geary, L.L., Ledingham, K.A. & Maloney S.C. (2005). Connecticut statewide sTEP wave evaluation. *Journal of Safety Research*, **36**, 333-340.
- Giacopassi, D. & Winn, R. (1995). Alcohol availability and alcohol-related crashes: Does distance make a difference? *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, **21**, 407 – 416.
- Giæver, T. & Tveit, Ø. (1998). *Erfaringer med automatisk rødlyskontroll – vurdering av videre drift*. SINTEF rapport STF22 A97067.
- Gjerde, H. & Mørland, J. (1991). Høy recidivisme blant promillekjørere. *Samferdsel*, **8**.
- Gjerde, H., Normann, P. T., Pettersen, B. S., Assum, T., Aldrin, M., Johansen, U., Kristoffersen, L., Øiestad, E. L., Christophersen, A. S. & Mørland, J. (2008). Prevalence of alcohol and drugs among Norwegian motor vehicle drivers: a roadside survey. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 1765-1772.
- Gjerde, H; Bjørneboe, A; Christophersen, A.S; Mørland, J; Normann, P.T; Sakshaug, J.A: A five year prospective study of rearrests for driving under alcohol or drugs. I: Waalberg; R.B: (ed): *Proceedings of the 35th International Congress on Alcohol and Drug Dependence*, Oslo, 1988. National Directorate for the Prevention of Alcohol and Drug Problems, 1989.
- Gjerde, H; Mørland, J. (1991). Høy residivisme blant promillekjørere. *Samferdsel*, **nr 8**.
- Glad A. & Østvik, E. (1991). *Automatisk trafikkontroll i Telemark. Effekter på kjørefart og ulykker*. TØI-Report nr 0087/91. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Glad, A. & Vaa, T. (1997). Lavere promillegrense krever mer kontroll. *Samferdsel*, **4**, 9-10.
- Glad, A. & Vaas, K. (1993). *Ruspåvirket kjøring og ruspåvirkete førere. Et informasjonshefte om situasjonen i Norge*. Transportøkonomisk institutt/Rusmiddeldirektoratet, Oslo.
- Glad, A. (1985). *Research on drinking and driving in Norway. A survey of recent research on drinking and driving and on drinking drivers*. State-of-the-art report 15. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Glad, A. (1985A). *Omfanget av og variasjonen i promillekjøringen*. TØI-notat av 28.5.1985. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Glad, A. (1985B). *Omfanget av og variasjonen i promillekjøringen. Reviderte resultater fra en landsomfattende promilleundersøkelse i 1981-82*. TØI-notat nr 740. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Glad, A. (1985C). *Research on drinking and driving i Norway. A survey of recent research on drinking and driving and on drinking drivers*. TØI-notat. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Glad, A; Vaa, T: «Lavere promillegrense krever mer kontroll». «*Samferdsel*» **nr 4**, 1997, side 9-10.
- Goldenbeld, C. & van Schagen, I (2005). The effects of speed enforcement with mobile radar on speed and accidents. An evaluation study on rural roads in the Dutch province Friesland. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 1135-1144
- Golob, J.M., Cho, S., Curry, J.P. / Golob, T.F. (2002). *Impacts of the San Diego photo red light enforcement system on traffic safety*. Report UCI-ITS-WP-02-11. Irvine, California: Institute of Transportation Studies.
- Gras, M. E., Cunill, M., Sullman, M. J. M., Planes, M., Aymerich, M., Font-Mayolas, S. (2007). Mobile phone use while driving in a sample of Spanish university workers. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 347-355.
- Greaves, S., Fifer, S. & Ellison, R. (2013). Exploring behavioural responses of motorists to risk-based charging mechanisms. *Transportation Research Record*, **2386**, 52-61.
- Green, R.E., French, J.F., Haberman, P.W. (1991). The effects of combining sanctions and rehabilitation for driving under the influence: an evaluation of the New Jersey Alcohol Countermeasures Program. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 543-555.
- Grøndahl Dreyer (1995). Vegtrafikklovgivningen. Ajourført per 1. februar 1995. Oslo, Grøndahl Dreyer.
- Gruenewald, P.J. & Ponicki, W.R. (1995). The relationship of the retail availability of alcohol and alcohol sales to alcohol-related traffic crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 249-259.
- Gundy, C.M. (1988). The effectiveness of combination of police enforcement and public information for improving seat-belt use. I: *Road User Behaviour - Theory and Research*, (Rothenatter, J. A & R. A. de Bruin, eds) Van Gorcum, Assen/Maastricht.
- Ha, T.-J., Kang, J.-G. & Park, J.-J. (2003). The effects of automated speed enforcement systems on traffic flow characteristics and accidents in Korea. *ITE Journal*, **73(2)**, pp. 28-31.
- Hagen, K-E. (1992). *Kostnads- og inntektsanalyse av politiets trafikkontroller*. (TØI-Report nr 116/1992. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Hagen, K-E. (1994). *Rullering av samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafiksikkerhetstiltak (SRT) for 1992*. Arbeidsdokument TST/0570/94. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Hagen, R. E., Williams, R. L. & McConell, E. J. (1979). The traffic safety impact of alcohol abuse treatment as an alternative to mandated licensing controls. *Accident Analysis and Prevention*, **11**, 275-291.
- Hagen, R.E. (1978). The efficacy of licensing controls as a countermeasure for multiple DUI offenders. *Journal of Safety Research*, **10**, 115-122.

- Hagenzieker, M. (1991). The effects of enforcement and rewards on safety-belt use: A field study in the Netherlands. I: *Proceedings of the international road safety symposium* in Copenhagen, Denmark, September 19-21, 1990, 65-68. (Koornstra, M. J. & J. Christensen eds). SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Hagenzieker, M., Bijleveld, F.D. & Davidge, R. (1997). Effects of incentive programs to stimulate safety belt use: A meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 759-777.
- Hahn, R. W., Prieger, J. E. (2006). The impact of driver cell phone use on accidents. *Advances in Economic Analysis and Policy*, **6**, 1, article 9.
- Hahn, R. W., Tetlock, P. C. (1999). *The economics of regulating cellular phones in vehicles*. Working Paper 99-9. AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies. Washington DC, American Enterprise Institute and Brookings Institution.
- Haldorsen, I. (2007). *Dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken – Nasjonal årsrapport for ulykkesanalysegruppene arbeid i 2006*. Rapport 09/2007, Statens vegvesen.
- Haldorsen, I. (2013). *Sikre biler 2012*. Notat. Statens vegvesen.
- Haldorsen, I., Rostoft, M. S., Moen, E. T. (2009). *Dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken 2005-2008 – med særlig fokus på 2008*. Rapport TS 2009:6. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Veg- og trafikkkavdelingen.
- Haque, M.O. & Cameron, M. (1989). Effect of the Victorian zero BAC legislation on serious casualty accidents: July 1984-December 1985. *Journal of Safety Research*, **20**, 129-137.
- Haque, O., Strang, P. & Crabb, M. (1986). *Evaluation of the Victorian BAC legislation*. Interim Report RN/86/5. Evaluation and Statistical Services Section/Road Traffic Authority – Victoria.
- Harano, R. M. & Peck, R.C. (1972). The effectiveness of a uniform traffic school curriculum for negligent drivers. *Accident Analysis and Prevention*, **4**, 13-45.
- Hardes, G., Gibberd, R.W., Lam, P. et al. (1985). Effects of random breath testing on hospital admissions of traffic accident casualties in the Hunter Health Region. *Medical Journal Aus*, **142**, 625-626.
- Harrison, W., Newman, S., Baldock, M. & McLean, J. (2003). *Drink-driving enforcement — Issues in developing best practice*. Austroads Publication No. AP-R220/03. Sydney NSW, Australia: Austroads Incorporated.
- Hauer E., Ahlin, F.J. & Bowser, J.S. (1982). Speed enforcement and speed choice. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 267-278.
- Heinrich, H.C. (1991). Strategies to increase the use of restraint systems: Report about Germany. I: *Strategies to increase the use of restraint systems*. (Hagenzieker, M.P ed). (Report no R-91-60 - sidene 29-33). SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Helai, H., Chor, C.H. & Haque, M.M. (2008). Severity of driver injury and vehicle damage in traffic crashes at intersections: A Bayesian hierarchical analysis. *Accident Analysis and Prevention*, **40**(1), 45-54.
- Helander, C. J. (1984). Intervention Strategies for Accident-Involved Drivers: An Experimental Evaluation of Current California Policy and Alternatives. *Journal of Safety Research*, **15**, 23-40.
- Henstridge, J., Homel, R. & McKay, P. (1995). The long-term effects of random breath testing in Adelaide. In: C.N. Kloeden & A.M. McLean (Eds.), *Proceedings of the 13th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*. Adelaide, Australia.
- Henstridge, J., Homel, R., Mackay, P., 1997. The long-term effects of random breath testing in four Australian states: A time series analysis. No. CR 162 Canberra, Australia: Federal Office of Road Safety.
- Hillier, W., Ronczka, J. & Schnerring, F. (1993). *An evaluation of red-light cameras in Sydney*. Research Note 1/93 - February 1993. Roads and Traffic Authority, New South Wales, Road Safety Bureau, New South Wales.
- Hingson, R. Heeren, T. & Winter, M. (1994). Lower legal blood alcohol limits for young drivers. *Public Health Rep.*, **109**, 738-744.
- Hingson, R. Heeren, T. & Winter, M. (1996). Lowering state legal blood alcohol limits to 0.08%: the effect on fatal motor vehicle crashes. *American Journal of Public Health*, **86**, 1297-1299.
- Hingson, R., Heeren, T., Kovenock, D., Mangione, T., Meyers, A.M.; Lederman, R. & Scotch, N.A. (1987). Effects of Maine's 1981 and Massachusetts's 1982 Driving-Under-the-Influence legislation. *American Journal of Public Health*, **77**, 593-597.
- Hingson, R.W., Scotch, N., Mangione, T., Meyers, A., Glantz, L., Heeren, T., Lin, N., Mucatel, M. & Pierce, G. (1983). Impact of legislation raising the legal drinking age in Massachusetts from 18 to 20. *American Journal of Public Health*, **73**, 163-170.
- Holder, H.D., Voas, R.B. & Gruenwald, P.J. (1997). *A comprehensive community program to prevent alcohol-involved crashes: Early results from a trial in the U.S.* In: Proceedings of the 14th International Conference of Alcohol, Drugs and Traffic T'97, Annecy, France.
- Homel, R. (1988). *Policing and punishing the drinking driver. A study of general and specific deterrence*. Springer Verlag, New York/Berlin.
- Homel, R. (1994). Drink-driving law enforcement and the legal blood alcohol limit in New South Wales. *Accident Analysis and Prevention*, **26**(2), 147-155.
- Hook, D., Kirkwood, A. & Evans, D. (1995). Speed cameras in Oxfordshire. *Highways & Transportation* February 1995, 11-13.
- Hooke, A., Knox, J. & Portas, D. (1996). *Cost benefit analysis of traffic light & speed cameras*. Police Research Series Paper 20. London: Police Research Group.
- Høy, A. (2013). Still red light for red-light cameras? An update. *Accident Analysis and Prevention*, **55**, 77-89.
- Høy, A., Elvik, R. (2010A). Publication bias in road safety evaluation: how can it be detected and how common is it? Forthcoming in *Transportation Research Record*.
- Hu, W., McCartt, A. T., & Teoh, E. R. (2011). Effects of red light camera enforcement on fatal crashes in large US cities. *Journal of Safety Research*, **42**, 277-282.

- Hubicka, B., Laurell, H. & Bergman, H. (2008). Criminal and alcohol problems among Swedish drunk drivers – predictors of DUI relapse. *International Journal of Law and Psychiatry*, **31**, 471-478.
- Hultkrantz, L. & Lindberg, G. (2011). Pay-as-you-speed. An Economic Field Experiment. *Journal of Transport Economics and Policy*, **45**, 415-436.
- Hunter, W.W., Stewart, R., Stutts, J.C. & Rodgman, E.A. (1990). Observed and self-reported seat belt wearing as related to prior traffic accidents and convictions. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 297-300.
- Hurst, P.M & P.G. Wright. (1981). Deterrence at last. The Ministry of Transport's Alcohol Blitzes. In: *Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, **VOL III**, 1283-1297. (Goldberg, L. ed) Almqvist & Wiksell International, Stockholm.
- ICF consulting (2003).
- Ingebrigtsen, S. & Fosser, S. (1991). *Dekkstandardens betydning for trafikulykker om vinteren*. TØI-Report 75. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Jewell, R.T. & Brown, R.W. (1995). Alcohol availability and alcohol-related motor vehicle accidents. *Applied Economics*, **27**, 759-765.
- Joksch, H.C. (1991). Letters to the editor: Does county-level prohibition increase fatal motor vehicle accidents? *Journal of Safety Research*, **22**, 49-51.
- Jones, A. P., Sauerzapf, V., & Haynes, R. (2008). The effects of mobile speed camera introduction on road traffic crashes and casualties in a rural county of England. *Journal of Safety Research*, **39(1)**, 101-110.
- Jones, B. (1987). Oregon's habitual traffic offender program: An evaluation of the effectiveness of license revocation. *Journal of Safety Research*, **18**, 19-26.
- Jones, B. (1997). Age, gender and the effectiveness of high-threat letters: An analysis of Oregon's driver improvement advisory letters. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 225-234.
- Jones, R.K. & Lacey, J.H. (2000). *State of Knowledge of Alcohol-Impaired Driving: Research on Repeat DWI Offenders*. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Jones, R.K. & Rodriguez-Iglesias, C. (2004). *Evaluation of lower BAC limits for convicted OUI offenders in Maine*. Report DOT HS 809 827. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Jones, R.K., Joksch, H.C., Lacey, J.H. & Schmidt, H.J. (1988). *Field Evaluation of Jail Sanctions for DWI*. Report DOT HS 807 325. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Jones, R.K., Joksch, H.C., Lacey, J.H. et al. (1995). *Site report: Wichita, Kansas, field test of combined speed, alcohol and safety belt enforcement strategies*. Report DOT HS 808 244.
- Jones, R.K., Wiliszowski, C.H. & Lacey, J.H. (1996). *Evaluation of alternative programs for repeat DWI offenders*. Report DOT HS 808 493. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Jones, R.K. & Lacey, J.H. (1999). *Evaluation of a day reporting center for repeat DWI offenders*. DOT HS 808 989. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Jones, Sauerzapf & Haynes (2008): *The effects of mobile speed camera introduction on road traffic crashes and casualties in a rural county of England*.
- Kadell, D. (1987). Traffic safety impacts of the Home Instruction/Point Reduction Incentive (HI/PRI) program. *Journal of Safety Research*, **18**, 149-178.
- Kaestner, N. & Syring, E. M. (1967). Accident and violation reduction through brief driver improvement interviews. *Traffic Safety Research Review*, December 1967, 99-105.
- Kaestner, N. & Syring, E. M. (1968). Follow-up of brief driver improvement interviews in Oregon. *Traffic Safety Research Review*, December 1968, 111-117.
- Kaestner, N., Warmoth, E.J. & Syring, E.M. (1967). Orgeon study of advisory letters: The effectiveness of warning letters in driver improvement. *Traffic Safety Research Review*, **11**, 67-72.
- Kaestner, N.; Speight, L. (1975). Successful alternatives to license suspension: The defensive driving course and the probationary license. *Journal of Safety Research*, **7**, 56-66.
- Kang, J.-G. (2002). Changes of speed and safety by automated speed enforcement. *IATSS review*, **26 (2)**, pp. 38-44.
- Kaplan, S. & Prato, C.G. (2007). Impact of BAC limit reduction on different population segments: A Poisson fixed effect analysis. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 1146-1154.
- Kaye, B. K., Sapolsky, B.S. & Montgomery, D.J. (1995). Increasing seat belt use through PI&E and enforcement: The Thumbs Up Campaign. *Journal of Safety Research*, **26**, 235-245.
- Keall, M. D., Povey, L. J., & Frith, W. J. (2002). Further results from a trial comparing a hidden speed camera programme with visible camera operation. *Accident Analysis & Prevention*, **34(6)**, 773-777.
- Kearns, I.B. & Goldsmith, H.J. (1984). *The impact on traffic crashes of the introduction of random breath testing in New South Wales*. In: Proceedings of the 12th Australian Road Research Board Conference, pp. 81-95.
- Kerr, T., Small, W. & Wood, E. (2005). The public health and social impacts of drug market enforcement: a review of the evidence. *The International Journal of Drug Policy*, **16**, 210-220.
- Kim, K., Nitz, L., Richardson, J. & Li, L. (1995). Personal and behavioral predictors of automobile crash and injury severity. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 469-481.
- King, M. (1988). *Random breath testing operation and effectiveness in 1987*. Australian Department of Transport, Road Safety Division, (Report Series 7/88), Australia.

- Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D., Ramsey, D. J. (2006). *The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: An analysis using the 100-car naturalistic driving study data*. Report DOT HS 810 594. Washington D. C., U. S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Kloeden, C. N., Edwards, S. A., & McLean, A. J. (2009). *Evaluation of South Australian red light and speed cameras*. Report CASR011. Centre for Automotive Safety Research, University of Adelaide, Australia.
- Krausz, M. & Kaiser, E. (2012). Private and public approaches to addiction treatment: evidence and beliefs. Chapter 16 in *Addiction Neuroethics*, 301-314.
- Kriz, K., Moran, C. & Regan, M. (2006). *An analysis of a red-light camera program in the city of Milwaukee*. University of Wisconsin-Madison.
- Krohn, F. (1996). *Automatisk trafikkontroll - oppsummering av effekter*. Rapport nr TTS 7/1996. Statens vegvesen/Vegdirektoratet, Transport og trafikksikkerhetsavdelingen - Transportanalysekontoret/Via Nova, Oslo.
- Laberge-Nadeau, C., Maag, U., Bellavance, F., Lapierre, S. D., Desjardins, D., Messier, S., Saïdi, A. (2003). Wireless telephones and the risk of road crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 649-660.
- Lacey, J.H. & Jones, R.K. (2000). *Evaluation of New Mexico's anti-DWI efforts*. Report DOT HS 809 024. Washington DC, National Highway Traffic Safety Administration.
- Lacey, J.H., Jones, R.K. & Fell, J.C. (1997). *The effectiveness of the 'Checkpoint Tennessee' program*. In: Mercier-Guyon, C. (Eds.), *Alcohol, Drugs, and Traffic Safety*, CERMT, Anney, **Vol. 2**, pp.969-975.
- Lacey, J.H., Wiliszowski, C.H. & Jones, R.K. (2003). *An impact evaluation of underage drinking prevention projects*. Report DOT HS 809 670. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Lahrmann, H., Agerholm, N., Tradisauskas, N., Berthelsen, K. K. & Harms, L. (2012A). Pay as You Speed, ISA with incentives for not speeding: Results and interpretation of speed data. *Accident Analysis and Prevention*, **48**, 17-28.
- Lahrmann, H., Agerholm, N., Tradisauskas, N., Berthelsen, K. K., & Harms, L. (2011 in press). Pay as You Speed, ISA with incentive for not speeding: Results and interpretation of speed data. *Accident Analysis & Prevention* (in press).
- Lahrmann, H., N. Agerholm, N. Tradisauskas, T. Næss, J. Juhl & Harms, L. (2012B). Pay as you speed, ISA with incentives for not speeding: A case of test driver recruitment. *Accident Analysis and Prevention*, **48**, 10-16.
- Lamm R. & Kloeckner, J. H. (1984). Increase of Traffic Safety by Surveillance of Speed Limits with Automatic Radar Devices on a Dangerous Section of a German Autobahn: A Long-Term Investigation. *Transportation Research Record*, **974**, 8-16.
- Landes, E.M. (1982). Insurance, liability, and accidents: A theoretical and empirical investigation of the effects of no-faults accidents. *Journal of Law and Economics*, **25**, 49-65.
- Langworthy, R. & Latessa, E.J. (1993). Treatment of chronic drunk drivers: the turning point project. *Journal of Criminal Justice*, **21**, 265-276.
- Langworthy, R. & Latessa, E.J. (1996). Treatment of chronic drunk drivers: A four-year follow-up of the turning point project. *Journal of Criminal Justice*, **24**, 273-281.
- Lapham, S.C., Kapitula, L.R., de Baca, J. & McMillan, G.P. (2006). Impaired-driving recidivism among repeat offenders following an intensive court-based intervention. *Accident Analysis and Prevention*, **38**, 162-169.
- Lau, H. (1986). *Evaluation of a red light camera at a pedestrian operated signal crossing*. Road Traffic Authority, Victoria/Australia.
- Leggett, L. M. W. (1988). The effect on accident occurrence of long-term, low-intensity police enforcement. Proceedings of the 14th ARRB Conference, Part 4, 92-104, 1988
- Leggett, L. M. W. (1997). Using police enforcement to prevent road crashes: The randomized scheduled management system. Policing for Prevention: Reducing Crime, Public Intoxication and Injury. *Crime Prevention Studies*, **7**, 176-197.
- Lemaire, J. (1995). *Bonus-Malus Systems in Automobile Insurance*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Lesch, M. F. (2008). Warning symbols as reminders of hazards: impact of training. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 1005-1012.
- L'Hoste, J., Duval, H. & Lassarre, S. (1985). Experimental study of the effectiveness of random alcohol testing in France. In: *Alcohol, Drugs and Traffic Safety, Proceedings of the Ninth International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety* - San Juan, Puerto Rico, 1983, 831-839. (Kaye, S. & G. W. Meier. eds) US Department of Transportation, Washington DC.
- Li, L.K. & Waller, P.F. (1976). *Evaluation of the North-Carolina habitual offender law*. Chapel Hill, NC: University of North Carolina, Highway Safety Research Center.
- London Accident Analysis Unit (1997). *West London speed camera demonstration project: Analysis of accident and casualty data 36 months 'after' implementation and comparison with the 36 months 'before' data*. London: Highways Agency.
- Lund, A., Stuster, J. & Fleming, J.A. (1989). Special publicity and enforcement of California's belt use law: Making a "secondary" law work. *Journal of Criminal Justice*, **17**, 329-341.
- Lund, H.V. & Jørgensen, N.O (1974). *Et forsøg med skærpet politiovervågning på hovedvej A1*. (Rapport 16), Rådet for trafik-sikkerhedsforskning, København.
- Lynn, C.W., Jernigan, J.D., Norris, A. & Froning, P. (1993). Investigation of the effectiveness of the Virginia Habitual Offender Act. *Transportation Research Record*, **1401**, 90-99.
- Maisey, G.E. (1984). *The effect of lowering the statutory alcohol limit for first year drivers from 0.08 to 0.02 gm/100ml*. Research Report 84/2. Research & Statistics Section/Police Department/Traffic Licensing and Services Centre, Perth.
- Males, M.A. (1986). The minimum purchase age for alcohol and young-driver fatal crashes: A long-term view. *The Journal of Legal Studies*, **XV**, 181-212.

- Malone, B., Hadayeghi, A., & White, C. (2010). Red Light Cameras: Surprising New Safety Results. *ITE 2010 Annual Meeting and Exhibit*. Vancouver, Canada.
- Mann, R.E. Vingilis, E.R., Gavin, D., Adlaf, E. & Anglin, L. (1991). Sentence severity and the drinking driver: Relationships with traffic safety outcome. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 483-491.
- Mann, T.S., Brown, S.L. & Coxon, C.G.M. (1994). *Evaluation of the effects of installing red light cameras at selected Adelaide intersections*. South Australian Department of Transport Office of Road Safety, September 1994, Walkerville.
- Mara M.K., Davies, R.B. & Frith, W.J. (1996). *Evaluation of the effects of compulsory breath testing and speed cameras in New Zealand*. In: Proceedings of the 18th ARRB Transport Research Conference and Transit New Zealand Land Transport Symposium, Christchurch, New Zealand, Part 5, pp. 269-282.
- Marowitz, L.A. (1998). Predicting DUI recidivism: blood alcohol concentration and driver record factors. *Accident Analysis and Prevention*, **30**, 545-554.
- Marques, P.R., Tippetts, A.S., Voas, R.B. & Beirness, D.J. (2001). Predicting repeat DUI offenses with the alcohol interlock recorder. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 609-619.
- Marsh, W.C. (1992). *Negligent-operator treatment evaluation system: Program effectiveness*. Report No 6, CAL-DMV-RSS-92-137. Research and Development Section, Department of Motor Vehicles, Sacramento, California.
- Marsh, W.C. & Healy, E.J. (1995). *Negligent-operator treatment evaluation system: Program effectiveness*. Report No 7, CAL-DMV-RSS-95-153. Research and Development Office, Department of Motor Vehicles, Sacramento, California.
- Marsh, W.C., Coppin, R. S. & Peck, R. C. (1967). A Reevaluation of Group Driver Improvement Meetings. *Highway Research Record*, **163**, 120-131.
- Martin, S.E, Annan, S. & Forst, B. (1993). The special deterrent effects of a jail sanction on first-time drunk drivers: A quasi-experimental study. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 561-568.
- Mason, B (1970A): *Operation 500: Final Report # IV A-1 U.S. 101 Accidents*. State of California, Department of California Highway Patrol, Operational Planning and Analysis Section. March 1970.
- Mason, B (1970B): *Operation 500: Final Report # IV A2 I-80 Accidents*. State of California, Department of California Highway Patrol, Operational Planning and Analysis Section. June 1970.
- Masten, S.V. & Peck, R.C. (2004). Problem driver remediation: A meta-analysis of the driver improvement literature. *Journal of Safety Research*, **35**, 403-425.
- Mathijssen, M.P.M. & de Craen, S. (2004). *Evaluatie van de regionale verkeersbandbavingsplannen (Evaluation of the regional traffic management plan)*. SWOV Report R-2004-4.
- Mazureck, U. & van Hattem, J. (2006). Rewards for Safe Driving Behavior. Influence on Following Distance and Speed. *Transportation Research Record*, **1980**, 31-38.
- McBride, R.S. & Peck, R. C. (1970). Modifying negligent driving behaviour through warning letters. *Accident Analysis and Prevention*, **2**, 147-174.
- McCarthy, P. (2003). Alcohol-related crashes and alcohol availability in grass-roots communities. *Applied Economics*, **35**, 1331-1338.
- McCartt A.T. & Rood, D.H. (1989). *Evaluation of the New York State Police 55 MPH Speed Enforcement Project*. (Final Report DOT HS 807 618). US Department of Transportation - National Highway Traffic safety Administration, Washington DC.
- McCartt, A., Hellinga, L. A., Strouse, L. M., Farmer, C. M. (2009). *Long-term effects of hand-held cellphone laws on driver hand-held cellphone use*. Arlington, VA, Insurance Institute for Highway Safety.
- McCartt, A.T. & Northrup, V.S. (2003). *Enhanced sanctions for higher BACs: Evaluation of Minnesotas high-BAC law*. Report DOT HS 809 677. Washington DC: National Highway Traffic Safety Association.
- McEvoy, S. P., Stevenson, M. R., Woodward, M. (2007). The contribution of passengers versus mobile phone use to motor vehicle crashes resulting in hospital attendance by the driver. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 1170-1176.
- McEvoy, S., Stevenson, M. R., McCartt, A. T., Woodward, M., Haworth, C., Palamara, P., Cercarelli, R. (2005). *Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: a case-crossover study*. *British Medical Journal*, **331** (doi:10.1136/bmj.38537.397512.55).
- McGee, H.W. & Eccles, K.A. (2003). *Impact of red light camera enforcement on crash experience*. NCHRP Synthesis 310. Washington, DC.
- McHugh, R. K., Hearon, B. A. & Otto, M. W. (2010). Cognitive behavioral therapy for substance use disorders. *Psychiatric Clinics North America*, **33**, 511-525.
- McKnight, A.J. & Edwards, M.L. (1987). A taste of suspension: The preventive and deterrent value of limited license suspension. *31st Annual conference of the American Association for Automotive Medicine*.
- McKnight, A.J. (1995). Meta-analysis of remedial interventions with drink/drive offenders: A useful clarification of what is and is not known. *Addiction*, **90**, 1591-1592.
- McLean, A.J., Clark, M.S., Dorsch, M., Holubowycz, O.T. & McCaul, K.A. (1984). *Random breath testing in South Australia: effects on drink-driving, accidents and casualties*. NHMRC Road Accident Research Unit, University of Adelaide, Adelaide.
- McMillen, D.L., Adams, M.S., Wells-Parker, E., Pang, M.G. & Anderson, B.J. (1992). Personality traits and behaviour of alcohol-impaired drivers: A comparison of first and multiple offenders. *Addictive Behaviors*, **17**, 407-414.
- Meliker, J.R., Maio, R.F., Zimmerman, M.A., Kim, H.M., Smith, S.C. & Wilson, M.L. (2004). Spatial analysis of alcohol-related motor vehicle crash injuries in southeastern Michigan. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 1129-1135.

- Mercer, G.W. (1985). The relationships among driving while impaired charges, police drinking-driving roadcheck activity, media coverage and alcohol-related casualty traffic accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **17**, pp. 467-474.
- Mercer, G.W., Cooper, P.J. & Kristiansen, L. (1996). *A cost/benefit analysis of a 5-month intensive alcohol-impaired driving road check campaign*. In: Proceedings of the 40th Annual Conference of the Association for the Advancement of Automotive Medicine, Vancouver, British Columbia, Canada, 1996, pp. 283-292.
- Miller T., Blewden M. & Zhang J.F. (2004). Cost savings from a sustained compulsory breath testing and media campaign in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 783-94.
- Miller, T.R., Lestina, D.C. & Spicer, R.S. (1997). Highway crash costs in the United States by driver age, blood alcohol level, victim age, and restraint use. *Accident Analysis and Prevention* (forthcoming).
- Miller, T.R., Lestina, D.C. & Spicer, R.S. (1998). Highway crash costs in the United States by driver age, blood alcohol level, victim age, and restraint use. *Accident Analysis and Prevention*, **30**, 137-150.
- Munden, J.M. (1966). *An experiment in enforcing the 30 mile/h speed limit*. RRL Report No 24. Road Research Laboratory, Harmondsworth.
- MVA Consultancy (1995). *Running the red: an evaluation of Strathclyde Police's red light camera initiative*. <http://www.scottish-executive.gov.uk/Publications/1999/01/47e3bf41-bf11-470a-83bf-7f57095d0f0f> (accessed 17.9.07).
- Naor, E.M. & Nashold, R.D. (1975). Teenage driver fatalities following reduction in the legal drinking age. *Journal of Safety Research*, **7**, 74-79.
- Negrin, D. (1995). Bonus/malus ou non? L'assurance automobile et la prevention des accidents. Paper presented at *OECD workshop on Automobile Insurance and Traffic Safety*, 10-12 May 1995, Tallinn, Estonia.
- Nelson, J.P. (2001). Alcohol advertising and advertising bans: a survey of research methods, results and policy implications. *Advertising and Differentiated Products*, **10**, 239-295.
- Neustrom, M.W. & Norton, W.M. (1993). The impact of drunk driving legislation in Louisiana. *Journal of safety research*, **24**, 107-121.
- Newstead, S., Cameron, M. & Narayan, S. (1998). *Further modelling of some major factors influencing road trauma trends Victoria: 1990-1996*. Report No. 129. Monash University Accident Research Centre, Australia.
- Newstead, S.V., & Cameron, M.H. (2003). *Evaluation of crash effects of the Queensland speed camera program*. Report No. 204. Victoria, Australia: Monash University, Accident Research Center.
- Ng, C.H., Wong, Y.D. & Lum, K.M. (1997). The impact of red-light surveillance cameras on road safety in Singapore. *Road & Transport Research*, **6**, 72-81.
- NHTSA (2001). *Traffic Safety Facts 2000 – Alcohol*. DOT HS 809 323. Washington: US Department of Transportation; National Highway Traffic Safety Administration.
- NHTSA (2002). *Traffic safety facts 2001*. Report DOT HS 809 484. US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Nikolaev, A. G., Robbins, M. J., Jacobson, S. H. (2010). Evaluating the impact of legislation prohibiting hand-held cell phone use while driving. *Transportation Research Part A*, **44**, 182-193.
- Nilsson, E. & Åberg, L. (1986). Övervakning och påföljd. TFD-forskning 1976-1983. TFB-rapport 1986:11. Transportforskningsberedningen, Stockholm.
- Nochajski, T.H. & Stasiewicz, P.R. (2006). Relapse to driving under the influence (DUI): A review. *Clinical Psychology Review*, **26**, 179-195.
- Nochajski, T.H., Miller, B.A., Wiczorek, W.F. & Whitney, R. (1993). The effects of a drinking-driver treatment program. Does criminal history make a difference? *Criminal Justice and Behavior*, **20**, 174-189.
- Norström, T. & Laurell, H. (1997). Effects of lowering the legal BAC limit in Sweden. In: C. Mercier-Guyon (Ed.). *Proceedings of the 14th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, Annecy, France.
- NOU 2003:4 *Forskning på rusmiddelfeltet, en oppsummering av kunnskap om effekt av tiltak*. Sosial- og helsedepartementet, 9. sept. 2003.
- Nuyts, E. & Vesentini, L. (2006). *Effect van een gordelcampagne in Antwerpen*. Steunpunt Verkeersveiligheid, RA-2006-76, Diepenbeek.
- Nuyts, E. (2006). *Effectiviteit van onbemande camera's. Data uit vijf politiezones*. RA-2006-90. Diepenbeek, Belgium: Steunpunt Verkeersveiligheid.
- O'Day, J. A. (1970). Before and after analysis of accidents involving students of the defensive driving course. *Accident Analysis and Prevention*, **2**, 175-188.
- OECD Scientific Expert Group. (2006). *Speed Management*. Paris, Organisation for Economic Cooperation and Development.
- Oei, H.L. & Polak, P.H. (1992). *Effect van automatische waarschuwing en toezicht op snelheid en ongevallen. Resultaten van een evaluatie-onderzoek in vier provincies*. Rapport 92-23. SWOV, Leidschendam
- Østvik, E. (1987). *Sanksjoner i vegtrafikken. Straff og andre reaksjoner vi kan og bør nytte*. TØI-Report. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Østvik, E., Jenssen, J. A., Dilling, S., Hauge, S., Fjerdings, L., Pihl, A., Gjelsvik, H. & Kulsrud, A-H. (1990). *Bilforsikring, bonusordninger og trafikksikkerhet*. TØI-Report 54. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Parker, J.G. (2003). Enforcing suspended licenses: Tough laws, technology yield results. *Traffic Safety*, **103**, 8-9.
- Peck, R. C., Kelsey, S. L., Ratz, R. & Sherman, B. R. (1980). The effectiveness of accredited traffic violator schools in reducing accidents and violations. *Journal of Safety Research*, **12**, 68-77.

- Peck, R., Voas, R.B. (2002). Forfeiture programs in California: Why so few? *Journal of Safety Research*, **33**, 245-258.
- Peck, R.C. Arstein-Kerslake, G.W. & Helander, W.J. (1994). Psychometric and biographical correlates of drunk-driving recidivism and treatment program compliance. *Journal of Studies on Alcohol*, **55**, 667-678.
- Peck, R.C., Gebers, M.A., Voas, R.B. & Romano, E. (2008). The relationship between blood alcohol concentration (BAC), age, and crash risk. *Journal of Safety Research*, **39**, 311-319.
- Persaud, B., Council, F. M., Lyon, C., Eccles, K., & Griffith, M. (2005). Multijurisdictional safety evaluation of red light cameras. *Transportation Research Record*, **1922**, 29-37.
- Pez, P. (2000). Weniger Unfälle durch Öffentlichkeitsarbeit und Verkehrsüberwachung. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, **48**, 58-64.
- Pihl, A. & Hamre, B. (1989). *Forsikringsnæringens skadeforebyggende arbeid*. Rapport. Norges forsikringsforbund, Oslo.
- Planek, T.W., Schupack, S.A. & Fowler, R.C. (1974). An evaluation of the National Safety Council's defensive driving course in various states. *Accident Analysis and Prevention*, **6**, 271-297.
- Preusser, D.F, Ulmer, R.G. & Adams, J.R. (1976). Driver record evaluation of a drinking driver rehabilitation program. *Journal of Safety Research*, **8(3)**, 98-105.
- Preusser, D.F., Blomberg, R.D. & Ulmer, R.G. (1988B). Evaluation of the 1982 Wisconsin drinking and driving law. *Journal of Safety Research*, **19(1)**, 29-40.
- Preusser, D.F., Lund, A.K., Williams, A.F. & Blomberg, R.D. (1988A). Belt use by high-risk drivers before and after New York's seat belt use law. *Accident Analysis and Prevention*, **20(4)**, 245-250.
- Prothero, J. C. & Seals, T. A. (1978). Evaluation of Educational Treatment for Rehabilitation of Problem Drivers. *Transportation Research Record*, **672**, 58-63.
- Quaye, K. & Boase, P. (2004). First time drinking and driving offenders – unraveling the myth with ignition interlock and short-term suspension data. *17th Meeting of the International Council on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*. Glasgow, Scotland: August 8-13, 2004.
- Ragnøy, A. (2011). *Streknings-ATK*. VD Rapport nr. 1. Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Redelmeier, D. A., Tibshirani, R. J. (1997A) Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. *New England Journal of Medicine*, **336**, 453-458.
- Redelmeier, D. A., Tibshirani, R. J. (1997B). Interpretation and bias in case-crossover studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, **50**, 1281-1287.
- Redelmeier, D. A., Tibshirani, R. J., & Evans, L. (2003). Traffic-law enforcement and risk of death from motor-vehicle crashes: Case-crossover study. *The Lancet*, **361(9376)**, 2177-2182.
- Redelmeier, D. A., Weinstein, M. C. (1999). Cost-effectiveness of regulations against using cellular telephone while driving. *Medical Decision Making*, **19**, 1-8.
- Reese, C. A. & Pash-Brimmer, A. (2009). North Central Texas pay-as-you-drive insurance pilot program. In: Pulgurtha, S. (Ed): *Transportation, Land Use, Planning and Air Quality: Selected papers of the 2009 transportation, land use, planning and air quality conference*, **41-50**. American Society of Civil Engineers, Washington D. C.
- Rein, J.G. (1985). *Prikkbelastning av førerkort - læringseffekt og oppdagelsesrisiko*. Oslo, Transportøkonomisk institutt, (TØI-rapport).
- Reinfurt, D.W., Campbell, B.J., Stewart, J.R. & Stutts, J.C. (1990). Evaluating the North Carolina safety belt wearing law. *Accident Analysis and Prevention*, **22**, 197-210.
- Retting, R.A. & Kyrychenko, S.Y. (2002). Reductions in injury crashes associated with red light camera enforcement in Oxnard, California. *American Journal of Public Health*, **92**, 1822-1825.
- Retting, R.A. (2006). Establishing a uniform definition of red-light running crashes. Washington CD: Institute of Transportation Engineering. *ITE Journal*, **76**, 20-22.
- Retting, R.A., Ferguson, S.A. & Farmer, C.M. (2008). Reducing red light running through longer yellow signal timing and red light camera enforcement: Results of a field investigation. *Accident Analysis and Prevention*, **40(1)**, 327-333.
- Retting, R.A., Ferguson, S.A. & Hakkert, A.S. (2003). Effects of red light cameras on violations and crashes: A review of the international literature. *Traffic Injury Prevention*, **4**, 17-23.
- Retting, R.A., Ulmer, R.G. & Williams, A.F. (1999). Prevalence and characteristics of red light running crashes in the United States. *Accident Analysis and Prevention*, **31**, 687-694.
- Retting, R.A., Williams, A.F., Farmer, C.M. & Feldman, A.F. (1999A). Evaluation of red light camera enforcement in Fairfax Virginia. *ITE Journal* **69**, 30-34.
- Retting, R.A., Williams, A.F., Farmer, C.M. & Feldman, A.F. (1999B). Evaluation of red light camera enforcement in Oxnard California. *Accident Analysis and Prevention* **31**, 169-174.
- Richardson, K. (2003). Red light camera study. *Transport Engineering in Australia*, **9**, 13-23.
- Rider, R., Voas, R.B., Kelley-Baker, T., Grosz, M. & Murphy, B. (2007). Preventing alcohol-related convictions: The effect of a novel curriculum for first-time offenders on DUI recidivism. *Traffic Injury Prevention*, **8**, 147-152.
- Robertson, L.S., Rich, R.F. & Ross, H.L. (1973). Jail sentences for driving while intoxicated in Chicago: A judicial policy that failed. *Law & Society Review*, **8(1)**, 55-67.
- Rogers, A. (1994). Effect of Minnesota's license plate impoundment law on recidivism of multiple DWI violators. *Alcohol, Drugs and Driving*, **10**, 127-134.

- Rogers, P.N., Schoenig, S.E. (1994). A time series evaluation of California's 1982 driving-under-the-influence legislative reforms. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 63–78.
- RoSPA (The Royal Society for the Prevention of Accidents) (2002). *The risk of using a mobile phone while driving*. Birmingham, Royal Society for the Prevention of Accidents.
- Ross, H.L. & Klette, H. (1995). Abandonment of mandatory jail for impaired drivers in Norway and Sweden. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 2, 151-157.
- Ross, H.L. (1977). Deterrence regained: The Cheshire constabulary's «Breathalyzer Blitz». *The Journal of Legal Studies*, **VI(1)**, 241-249.
- Ross, H.L. (1982). *Deterring the Drinking Driver. Legal policy and Social Control*. Lexington Books, D.C. Heath and Company, Lexington; Massachusetts.
- Ross, H.L., McCleary, R. & LaFree, G. (1990). Can mandatory jail laws deter drunk driving? The Arizona case. *The Journal of Criminal Law & Criminology*, **81(1)**, 156-170.
- Ruhm, C.J. (1996). Alcohol policies and highway vehicle fatalities. *Journal of Health Economics*, **15**, 435–454.
- Ruud, J. & Glad, A. (1990). *De promilledomte. En undersøkelse av innsatte ved Ilseng arbeidskoloni*. (TØI-Report nr 0056/1990). Oslo: Institute of Transport Economics.
- Ryan, G.A., Hendrie, D. & Allotey, P. (1997). *Random breath testing in Western Australia*. In: Proceedings of the 41st Annual Conference of the Association for the Advancement of Automotive Medicine, Orlando, Florida, pp. 11-30.
- Ryeng, E. O. (2012). The effect of sanctions and police enforcement on drivers' choice of speed. *Accident Analysis & Prevention*, **45**, 446-454.
- Sadler, D.D., Perrine, M.W. & Peck, R.C. (1991). The long-term traffic safety impact of a pilot alcohol abuse treatment as an alternative to license suspensions. *Accident Analysis and Prevention*, **23(4)**, 203-224.
- Saffer, H. & Grossman, M. (1987a). Dringing age laws and highway mortality rates: Cause and effect. *Economic Inquiry*, **25**, 403-417.
- Saffer, H. & Chaloupka, F. (1989). Breath testing and highway fatality rates. *Applied Economics*, **21**, 901-912.
- Saffer, H. & Grossman, M. (1987). Beer taxes, the legal drinking age, and youth motor vehicle fatalities. *Journal of Legal Studies*, **16**, 351-374.
- Sagberg, F. (1998). *Betydningen av mobiltelefonbruk for ulykkesrisiko i trafikken*. Rapport 387. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Sager, T. (1974). Økonomisk vurdering av bot eller fengsel som promilledom. TØI-notat nr 161. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Sali, G.J. (1983). Evaluation of Boise Selective Traffic Enforcement Project, *Transportation Research Record*, **910**, 68-93.
- Salusjärvi, M. & Mäkinen T. (1988). *Experiment med hastighetsövervakning i Vanda*. Nordisk Kommité för Transportforskning, 1988 (ISBN 87-88453-07 3).
- Salzberg, P.M. & Moffat, J.M. (2004). Ninety five percent: An evaluation of law, policy, and programs to promote seat belt use in Washington state. *Journal of Safety Research*, **35**, 215-222.
- Samferdselsdepartementet. (2010). *Prop 9 L. Endringer i lov 18. juni 1965 nr 4 om vegtrafikk* (endringer relatert til ruspåverka køyring m m). Oslo, Samferdselsdepartementet.
- Samferdselsdepartementet. (2012). *Forskrift om faste grenser for påvirkning av andre berusende eller bedovende middle enn alcohol m m*. Fastsatt 20. januar 2012. Oslo, Samferdselsdepartementet.
- Saunders, C.M. (1977). *A study on increased intensity of traffic law enforcement as a means of reducing accidents*. Report no 8. Reseach and Statistics Division, Road Traffic Authority, Perth, Australia.
- Schade, F.-D. (1992). Rückfallsrisiko bei Geschwindigkeitsdelikten - trotz Ahndung unverändert? *Zeitschrift für Verkehrsicherheit*, **38**, 114-120.
- Schattler, K.L., Hill, C. & Datta, T.K. (2002). Clearance interval design and red light violations. *ITE Conference Today's Transport Challenge: Meeting Our Customers Expectations*. Palm Harbor, Florida.
- Schneider, S., Gadinger, M. & Fischer, A. (2012). Does the effect go up in smoke? A randomized controlled trial of pictorial warnings on cigarette packaging. *Patient Education and Counseling*, **86**, 77-83.
- Schulte Gary, Aultman-Hall, L., McCourt & Stamatiadis, N. (2003). Consideration of driver home county prohibition and alcohol-related vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 641-648.
- Schultz, G.G., Peterson, R. & Eggett, D.L. (2007). *Evaluating the long term effectiveness of blank-out overhead dynamic warning signals*. TRB Paper No. 07-0783. Washington: Transportation Research Board 86th Annual Meeting.
- Schultz-Grant, G., Peterson, R., Giles, B. & Egget, D.L. (2006). *Evaluation of advance warning signal installation*. Report UT-06.11. Provo, Utah: Brigham Young University, Department of Civil and Environmental Engineering.
- Schuster, D. H. (1969). Follow-up evaluation of the performance of driver improvement classes for problem drivers. *Journal of Safety Research*, **1**, 80-87.
- Sen, A. (2001). Do stricter penalties deter drinking and driving? An empirical investigation of Canadian impaired driving laws. *Canadian Journal of Economics*, **34**, 149–164.
- Shin, K. & Washington, S. (2007). The impact of red light cameras on safety in Arizona. *Accident Analysis and Prevention*, **39(6)**, 1212-1221.
- Shinar D. & McKnight, A.J. (1985). The effects of enforcement and public information on compliance. In: *Human Behaviour and Traffic safety* (Schwing R. C. & Evans L. eds). Plenum Press, New York.

- Shinar, D., Tractinsky, N., Compton, R. (2005). Effects of practice, age, and task demands, on interference from a phone task while driving. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 315-326.
- Shoup, D.C. (1973). Cost effectiveness of urban traffic law enforcement. *Journal of Transport Economics and Policy*. **January**, 32 - 57.
- Shults, R.A., Elder, R.W., Aleet, D.A., Thompson, R.S. & Nichols, J.L. (2004). Primary enforcement seat belt laws are effective even in the face of rising belt use rates. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 491-493.
- Siskind, V. (1996). Does license disqualification reduce reoffence rates? *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 519-524.
- Sloan, F.A., Reilly, B.A., & Schenzler, C. (1994). Effects of prices, civil and criminal sanctions, and law enforcement on alcohol-related mortality. *J. Stud. Alcohol*, **55**(4), 454-465.
- Smiley, A., Persaud, B., Hauer, E. & Duncan, D. (1989). Accidents, convictions and demerit points: An Ontario driver records study. *Transportation Research Record*, **1238**, 53-64.
- Smith, D.I. (1988). Effect on traffic safety of introducing a 0.05% blood alcohol level in Queensland, Australia. *Medicine, Science and the Law*, **28**, 165-170.
- Smith, D.I., Maisey, G. E. & McLaughlin, K. (1990). Evaluation of the first year of random breath testing in Western Australia. *Proceedings of the 15th ARRB Conference*, 93-106. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria, Australia.
- South, D., Harrison, W., Portans, I. & King, M. (1988). *Evaluation of the red light camera program and the owner onus legislation*. Report No SR/88/1. Road Traffic Authority, Hawthorne/Australia.
- Sperber, D., Shiell, A., Fyie, K. (2009). The cost-effectiveness of a law banning the use of cellular phones by drivers. *Health Economics* (doi: 10.1002/hech).
- Staplin, L. (1993). Cost-effective driver improvement treatment in Pennsylvania. *Transportation Research Record*, **1401**, 26-36.
- Statens Vegvesen & Politiet (2009). *Retningslinjer for valg av steder og strekninger for automatisk trafikkontroll (ATK)*. Dok nr W 105 D03 41A rev4 . 22/06 2009. Statens vegvesen, Vegdirektoratet & Politiet, Politidirektoratet.
- Statens vegvesen (1996). *Automatisk Trafikkontroll: Forslag til revisjon av retningslinjer (av 30.august 1993) for valg av strekninger for ATK-fart og ATK-rodlys*. Oslo, Statens vegvesen Vegdirektoratet, Kontor for drift og trafikkteknikk, oktober 1996.
- Statens vegvesen Buskerud.(1996). *Utrykrykningspolitiet Distrikt 04, Ringerike politidistrikt: «Aksjon riksveg 7 i Buskerud 1995». Et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen, Ringerike politidistrikt og Utrykkningspolitiet*. Rapport datert Januar 1996. Buskerud.
- Statens vegvesen Vestfold (1996). *Evaluering av ATK = Rodlys*. Brev av 1996-03-06 fra Statens vegvesen Vestfold til Vegdirektoratet v/Transportanalysekontoret (referanser hhv 96/0019 and 96/39 TAN). Oslo, Statens vegvesen Vegdirektoratet, Kontor for drift & trafikkteknikk, oktober 1996.
- Statistisk sentralbyrå (1996A). *Norges offisielle statistikk: Kriminalstatistikk 1994: Anmeldte og etterforskede lovbrudd (C 329)*. Oslo/Kongsvinger, Statistisk sentralbyrå.
- Statistisk sentralbyrå. *Statistisk Årbok 2004*. Oslo-Kongsvinger, Statistisk sentralbyrå.
- Statistisk sentralbyrå. *Statistisk Årbok 2009*. Oslo-Kongsvinger, Statistisk sentralbyrå.
- Stefan, C. (2006). *Section control - Automatic speed enforcement in the Kaisermühlen tunnel* (Vienna, A22 motorway). Austrian Road Safety Board (KFV). February, 2006.
- Stene, T.M., Sakshaug, K. & Moe, D. (2008). *Evaluering av prikkbelastning av førerkort*. Rapport SINTEF A4448. Trondheim: SINTEF Teknologi og Samfunn.
- Stephen, M. (2004). *What is the effect of drier education programs on traffic crash and violation rates?* Report FHWA.AZ.04-546. Phoenix, Arizona, Arizona Department of Transportation.
- Stevenson, M., Brewer, R.D. & Lee, V. (1998). The spatial relationship between licenced alcohol outlets and alcohol-related motor vehicle crashes in Gwinnett County, Georgia. *Journal of Safety Research*, **29**, 197-203.
- Stigson, H., Hagberg, J., Kullgren, A. & Krafft, M. (2014). A one year Pay-as-you-speed trial with economic incentives for not speeding. *Traffic Injury Prevention*, **15** (forthcoming).
- Stortingsmelding nr 37 (1996-97). *Norsk veg- og vegtrafikkplan 1998-2007*. Oslo, Samferdselsdepartementet.
- Stout, E.M., Sloan, F.A., Liang, L. & Davies, H.H. (2000). Reducing harmful alcohol-related behaviors: Effective regulatory methods. *Journal of Studies on Alcohol* **Vol. 61**, 402-412.
- Strathman, J.G., Kimpel, T.J. & Leistner, P. (2007). *Evaluation of the Oregon DMV driver improvement program*. Report FHWA-OR-RD-07-08. Washington DC, Federal Highway Administration and Salem, OR, Oregon Department of Transport.
- Streff, F.M., Molnar, L.J. & Christoff C. (1992). Increasing safety belt use in a secondary enforcement state: Evaluation of a three-county sephal enforcement program. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 369-383.
- Struckman-Johnson, D.L., Lund, A.K., Williams, A.F. & Osborne, D.W. (1989). Comparative effects of driver improvement programs on crashes and violations. *Accident Analysis and Prevention*, **21**(3), 203-215,
- Stuster, J.W. & Blowers, P.A. (1995). *Experimental evaluation of sobriety checkpoint programs*. Report DOT HS 808 287. Washington DC, National Highway Traffic Safety Association.
- Stutts, J., Feaganes, J., Reinfurt, D., Rodgman, E., Hamlett, C., Gish, K., Staplin, L. (2005). Driver's exposure to distractions in their natural driving environment. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 1093-1011.
- Summala, H., Näätänen, R., & Roine, M. (1980). Exceptional conditions of police enforcement: Driving speeds during the police strike. *Accident Analysis & Prevention*, **12**, 179-184.
- Tay R. (2005). The effectiveness of enforcement and publicity campaigns on serious crashes involving young male drivers: Are drink driving and speeding similar? *Accident Analysis and Prevention*, **37**, pp.922-929.

- Tay, R. (2000). Do speed cameras improve road safety? In: *Traffic and transportation studies: international conference on traffic and transportation studies*. Beijing, China, July 2000: 44-57.
- Tay, R. (2010). Speed cameras improving safety or raising revenue? *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, **44(2)**, 247-257.
- Thomson, J. & Mavrolefterou, K. (1984). Assessing the effectiveness of random breath testing. *ARRB Proceedings*, **12, Part 7**, 72-80.
- Tippetts, A.S., Voas, R.B., Fell, J.C. & Nichols, J.L. (2005). A meta-analysis of .08 BAC laws in 19 jurisdictions in the United States. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 149-161.
- Törnros, J. (1995). *Intensifierad övervakning med utandningsprov. Försök i södra Sverige*. VTI meddelande nr 746. Väg- och transportforskningsinstitutet, 1995 Linköping.
- Törnros, J., Bolling, A. (2006). Mobile phone use – effects of conversation on mental workload and driving speed in rural and urban environments. *Transportation Research Part F*, **9**, 298-306.
- Transportforskningsdelegationen (TFD). (1978). *Trafikövervakning och regelefterlevnad 1. Effekter av övervakning med radar, helikopter, polismälad bil och civil bil med kamera*. TFD-rapport 1978:8. Transportforskningsdelegationen, Stockholm.
- Treno, A.J., Johnson, F.W., Remer, L.G. & Gruenewald, P.J. (2007). The impact of outlet densities on alcohol-related crashes: A spatial panel approach. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 892-901.
- Tveit, Ø., Wahl, R., Bang, B. & Ytreland, H. (2007). *Samvirkeeffekter av ITS tiltakibytransport*. SINTEF Rapport STF50 A07041.
- Utrykningspolitiet (1997). Årsberetning 1996. Utrykningspolitiet, Oslo.
- Utzelmann, H. D. (1983). Nachschulung für auffällige junge Fahranfänger. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, **29**, 74-76.
- Utzelmann, H.D. & Haas, R. (1985). Evaluation der Kurse für mehrfach auffällige Kraftfahrer. *Schriftenreihe Unfall- und Sicherheitsforschung - Straßenverkehr, Heft 53*, 1985. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach.
- Vaa, T. & Christensen, P. (1992). Økt politikontroll. Virkning på fart og subjektiv oppdagelsesrisiko. TØI-Report nr 142/1992. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Vaa, T. (1993). *Politiets trafikkontroller: Virkning på atferd og ulykker. En litteraturstudie*. TØI-Report nr 204/1993. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Vaa, T. (1996). *Bruk av bilbelter, strategier for økt bruk, virkning av økt bruk på drepte og skadde, omfang av politets kontrollvirksomhet, kjennetegn ved ikke-brukere*. TØI-arbeidsdokument nr TST/0751/1996. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Vaa, T., Christensen, P. & Ragnøy, A. (1995). *Politiets fartskontroller: Virkning på fart og subjektiv oppdagelsesrisiko ved ulike overvåkingsnivåer*. TØI-Report nr 301/1995. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Vaa, T., Christensen, P. & Ragnøy, A. (1993). *Evaluering av aksjon for redusert fart på E6 i Akershus*. TØI-arbeidsdokument nr TST/0422/1993. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Vaaje, T. (1991). Rewarding in insurance: return of part of premium after a claim-free period. In: *Enforcement and Rewarding: Strategies and Effects, Proceedings of the International Road Safety Symposium in Copenhagen, Denmark, September 19-21, 1990*, 154-156 (Koornstra, M. J. & J. Christensen. eds). SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Vaaje, T. (1992). Rewarding youth drivers after claim-free period by return of part of premium. Paper presented at *International Conference on Automobile Insurance and Road Accident Prevention*, Amsterdam, April 6-8, 1992, hosted by OECD. Amsterdam.
- Vaas, K. & Elvik, R. (1992). *Førerens kunnskap om og holdning til promillelovgivningen*. TØI-Report nr 104/1992. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Viano, D.C. (1988). Limits and challenges of crash protection. *Accident Analysis and Prevention*, **20**, 421-429.
- Villaveces, A., Cummings, P., Koepsell, T.D., Rivara, F.P., Lumley, T. & Moffat, J. (2003). Association of alcohol-related laws with deaths due to motor vehicle and motorcycle crashes in the United States, 1980-1997. *American Journal of Epidemiology*, **157**, 131-140.
- Vinzant, J.C. & Tatro, B.J. (1999). *Evaluation of the Effects of Photo Radar Speed and Red Light Camera Technologies on Motor Vehicle Crash Rates*. Prepared for the City of Mesa Police Department, Arizona State University, and B.J. Tatro Consulting.
- Violanti, J. M. (1998). Cellular phones and fatal traffic collisions. *Accident Analysis and Prevention*, **30**, 519-524.
- Violanti, J. M., Marshall J. R. (1996). Cellular phones and traffic accidents: an epidemiological approach. *Accident Analysis and Prevention*, **28**, 265-270.
- Voas R. B & Hause, J. M. (1987). Deterring the drinking driver: The Stockton experience. *Accident Analysis and Prevention*, **19**, 81-90.
- Voas, R. B., & Marques, P. R. (2004). Emerging technological approaches for controlling the hard core DUI offender in the U.S.. *Traffic Injury Prevention*, **5**, 309– 316.
- Voas, R. B., Blackman, K. O., Tippetts, A. S., & Marques, P. R. (2002). Evaluation of a program to motivate impaired driving offenders to install ignition interlocks. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 449– 551.
- Voas, R. B., Marques, P. R., Tippetts, A. S., & Bierness, D. J. (1999). The Alberta interlock program: The evaluation of a province-wide program on DUI recidivism. *Addiction*, **94**, 1857–1867.
- Voas, R. B., Tippetts, A.S. & Fell, J. (2000). The relationship of alcohol safety laws to drinking drivers in fatal crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **32**, 483-492.
- Voas, R.B. & DeYoung, D.J. (2002). Vehicle action: Effective policy for controlling drunk and other high-risk drivers? *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 263-270.
- Voas, R.B., Rhodenizer & E. C. Lynn (1985). *Evaluation of Charlottesville Checkpoint Operations*. Report HS-806-989. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), U.S. Department of Transportation, Washington DC.

- Voas, R.B., Tippetts, A.S. & Fell, J.C. (2003). Assessing the effectiveness of minimum legal drinking age and zero tolerance laws in the United States. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 579-587.
- Voas, R.B., Tippetts, A.S. & Lange, J.E. (1997). Evaluation of a method for reducing unlicensed driving: The Washington and Oregon license plate sticker laws. *Accident Analysis and Prevention*, **29**, 627-634.
- Wagenaar, A.C. (1982). Preventing highway crashes by raising the legal minimum age for drinking: An empirical confirmation. *Journal of safety research*, **12**, 57-71.
- Wagenaar, A.C., Maldonado-Molina, M.M., Erickson, D.J., Ma, L., Tobler, A.L. & Komro, D.J. (2007B). General deterrence effects of US statutory DUI fine and jail penalties. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 982-994.
- Wagenaar, A.C., Maldonado-Molina, M.M., Ma, L., Tobler, A.L. & Komro, K.A. (2007A). Effects of legal BAC limits on fatal crash involvement: Analyses of 28 states from 1976 through 2002. *Journal of Safety Research*, **38**, 493-499.
- Wagenaar, A.C., Murray, D.M & Toomey, T.L. (2000). Communities mobilizing for change on alcohol (CMCA): Effects of a randomized trial on arrest and traffic crashes. *Addiction* **95**, 209-217.
- Walden, T. D., Geedipally, S., Ko, M., Gilbert, R., & Perez, M. (2011). *Evaluation of automated traffic enforcement systems in Texas*. Crash Analysis Program of the Center for Transportation Safety, Texas Transportation Institute, Texas A&M University.
- Walsh, B. (1987). Do excise taxes save lives? the Irish experience with alcohol taxation. *Accident Analysis and Prevention*, **19**, 433-448.
- Walter, L., Broughton, J., & Knowles, J. (2011). The effects of increased police enforcement along a route in London. *Accident Analysis & Prevention*, **43(3)**, 1219-1227.
- Washington, S. & Shin, K. (2005). *The impact of red light cameras (automated enforcement) on safety in Arizona*. Report FHWA-AZ-05-550.
- Watson, B.C. (1998). The effectiveness of drink driving license actions, remedial programs and vehicle-based sanctions. *18th ARRB Reseach Conference*, 66-87.
- Webb, J., Davis, T. C., Bernadella, P., Clayman, M. L., Parker, R. M., Adler, D. & Wolf, M. S. (2008). Patient-centered approach for improving prescription drug warning labels. *Patient Education and Counseling*, **72**, 443-449.
- Webster, J.M., Pimentel, J.H. & Clark, D.B. (2008). Characteristics of DUI offenders convicted in wet, dry, and moist counties. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 976-982.
- Wells, J.-A.K., Preusser, D.F. & Williams, A.F. (1992). Enforcing Alcohol-Impaired Driving and Seat Belt Use Laws, Binghamton, NY. *Journal of Safety Research*, **23**, 63-71.
- Wells-Parker, E.N., Bangert-Drowns, R. Allegrezza, J. McMillen, R. & Williams, M. (1995). Final Results From a Meta-Analysis of Remedial Interventions with DUI Offenders. *Addiction*, **90**, 907-926.
- Wheeler, G.R. & Hissong, R.V. (1988). Effects of criminal sanctions on drunk drivers: Beyond incarceration. *Crime & Delinquency*, **34**, 29-42.
- Wheeler, G.R., Rogers, E.M., Tonigan, J.S., Woodall, W.G. (2004). Effectiveness of customized Victim Impact Panels on first-time DWI offender inmates. *Accident Analysis and Prevention*, **36**, 29-35.
- Whetten-Goldstein, K., Sloan, F.A., Stout, E., Liang, L., (2000). Civil liability, criminal law, and other policies and alcohol-related motor vehicle fatalities in the United States: 1984-1995. *Accident Analysis and Prevention*, **32 (November (6))**, 723-733.
- Wilde, G.J.S. (1991). Economics and accidents: a commentary. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **24**, 81-84.
- Wiliszowski, C.W. & Jones, R.K. (2003). *Enforcement of the Austin Police Department DWI enforcement unit*. Mid-America Research Institute, Incorporated ; National Highway Traffic Safety Administration.
- Williams, , R.L., Hagen, R.E. & McConnell, E.J. (1984). A driving record analysis of suspension and revocation effects on the drinking offender. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 333-338.
- Williams, A.F & Robertson, L.S. (1975). The fatal crash reduction program: A reevaluation. *Accident Analysis and Prevention*, **7**, 27-44.
- Williams, A.F, Reinfurt, D. & Wells, J.K. (1996). Increasing seat belt use in North Carolina. *Journal of Safety Research*, **27(1)**, 33-41.
- Wilson, J., Fang, M., Wiggins, S., Cooper, P. (2003). Collision and violation involvement of drivers who use cellular telephones. *Traffic Injury Prevention*, **4**, 45-52.
- Winnert, M. (1994). A review of speed camera operations in the UK. University of Warwick, 1994 (22nd PTRC Summar Annual Meeting, *Traffic Management and Road Safety, Proceedings of Seminar J*, 265-276).
- Wolfe, A.C. (1985). Evaluation of the special alcohol enforcement/education project in Oakland County, Michigan. In: Kaye, S. & Meier, G. W. (Eds): *Alcohol, Drugs and Traffic Safety. Proceedings of the Ninth International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety* - San Juan, Puerto Rico, 1983, 1575-1595. US Department of Transportation, Washington DC,.
- Woodall, W.G., Kunitz, S.J., Hongwei, Z., Wheeler, D.R., Westerberg, V. & Davis, K. (2004). The prevention paradox, traffic safety, and driving-while-intoxicated treatment. *American Journal of Preventive Medicine*, **27**, 106-111.
- Yaungyai, N. (2004). *Evaluation update of red light camera program in Fairfax county, Virginia*. Masters Thesis. Virginia Tech, April 30, 2004
- Young, D.J. & Likens, T.W. (2000). Alcohol regulation and auto fatalities. *International Review of Law and Economics*, **20**, 107-126.
- Zaal, D. (1994). *Traffic law enforcement: A review of the literature*. Monash University Accident Research Center, Report No. 53.

- Zador, P. & Lund, A. (1986). Re-Analyses of the Effects of No-Fault Auto Insurance on Fatal Crashes. *Journal of Risk and Insurance*, **2**, 226-241.
- Zador, P. (1976). Statistical evaluation of the effectiveness of “alcohol safety action projects”. *Accident Analysis and Prevention*, **8**, 51-66.
- Zahnke, R.C., Drake, M.L. & Thomaz, J. (2003). *Evaluation of safety enforcement on changing driver behaviour - runs on red. Volume 2*. Report FHWA/IN/JTRP-2002/12-2.

9.1 ACESSO A SERVIÇOS MÉDICOS

Capítulo escrito por Alena Høye (TØI) em 2009

Problema e finalidades

O acesso aos serviços médicos influencia no desfecho de muitos acidentes. Quanto mais rápido e de maneira mais efetiva uma pessoa acidentada é tratada, maior é a chance de que ela não venha a óbito ou sofra sequelas permanentes.

As lesões graves em acidentes de trânsito exigem sempre tratamento o mais rápido possível. Os traumas, que são definidos como lesões não específicas que apresentam risco de vida devem ser tratados dentro de 10 minutos, e um tratamento médico mais amplo deve ser realizado dentro de uma hora, de preferência em um hospital especializado (Champion, 2005). Quando essas lesões não são tratadas rapidamente, elas podem ser irreversíveis ou fatais. As lesões que exigem tratamento imediato em menor grau são as lesões menos graves e as lesões instantaneamente fatais. A taxa das vítimas de trânsito que morrem dentro de 5 minutos após o acidente é de 37 a 50% (Akella et al., 2003; Bachmann & Prezotti, 2001; Clark & Cushing, 2002; Henriksson et al., 2001). Nesses casos, as lesões muito provavelmente foram tão graves que eles viriam ao óbito, independente de como e quão rápido recebessem tratamento (NOU, 1998).

A taxa de acidentes com vítimas em que as pessoas vêm a óbito diminuiu durante os últimos 30 anos em muitos países. Na Grã-Bretanha, por exemplo, ela era de 2,1% em 1970; em 2000, entretanto, chegou a 1,1%. Na Noruega a taxa diminuiu de 4,8% em 1970 para 2,8% em 2000 e na Suécia, de 5,6% em 1970 para 2,6% em 2000. A redução deve-se provavelmente às melhorias dos serviços médicos de emergência. Um estudo dos EUA mostrou que as melhorias dos serviços médicos foi um dos fatores mais importantes que contribuíram para a redução do número total de vítimas fatais nos EUA (Noland, 2003).

Após o acidente de trânsito, os serviços médicos têm como finalidade assegurar um tratamento médico rápido e eficiente e transportar o acidentado para o hospital para aumentar suas chances de sobrevivência e de cura completa.

Descrição da medida

Os serviços médicos de emergência compreendem as medidas e os serviços estabelecidos para prestar a assistência médica necessária em caso de acidentes ou doenças agudas. Em situações médicas de emergência, o fator de tempo e a competência no atendimento são importantes e decisivos. É necessário ter um sistema preparado para a prestação de emergência em curto prazo de tempo. Neste tópico, são descritos o período pré-hospitalar, as estratégias de tratamento no local do acidente, a telemedicina e os primeiros socorros vindos de pessoas sem formação médica. Outras etapas dos serviços médicos de emergência não são descritas, como, por exemplo, os métodos de tratamento em hospitais.

Período pré-hospitalar: o período pré-hospitalar consiste em todo o tempo entre a ocorrência do acidente até a chegada da vítima ao hospital. Entretanto, em alguns estudos, este período é definido como aquele que consiste da chamada de emergência até a chegada ao hospital. O tempo de resposta via de regra é definido como o tempo da chamada de emergência até a chegada da ambulância ao local do acidente. O tempo de resposta depende, entre outras variáveis, da distância até o hospital mais próximo, da disponibilidade da ambulância e da equipe da ambulância, das condições de tráfego e da descrição correta do local do acidente. O tempo de chegada da equipe da ambulância ao local do acidente depende consideravelmente da escolha dos métodos de tratamento médico. O transporte para o hospital depende da distância até o hospital, do modo de transporte e das condições de tráfego.

O tempo decorrido entre o acidente e o cuidado médico geralmente é maior em vias com pouco trá-

fego em áreas de povoação dispersa (Brodsky, 1993; Virtanen, 2005), onde a distância até o hospital mais próximo tende a ser muito longa. Maiores atrasos tendem a ocorrer sempre após acidentes com apenas um veículo envolvido ocorridos em vias de áreas com povoação dispersa e à noite. Esses acidentes tendem sempre a ser graves e nem sempre há outros usuários presentes que podem chamar a ambulância (Mäkelä & Kärki, 2004; Tiehallinto, 2005).

O tempo pré-hospitalar total depende se o tempo decorrido foi longo ou curto após o acidente e a chamada de emergência. Esse tempo de aviso e o impacto no desfecho do acidente estão descritos no capítulo 9.3. O atraso por conta do transporte, devido, por exemplo, à longa distância até o hospital ou às condições do tráfego, contribui para o período total decorrente anterior ao recebimento de tratamento de uma pessoa acidentada. Os helicópteros de salvamento estão descritos no capítulo 9.2. **Primeiros socorros por pessoas sem formação médica:** em muitos países, o curso de primeiros socorros é uma parte do treinamento para a obtenção da carteira de habilitação e qualquer condutor presente em um local de acidente é obrigado a prestar os primeiros socorros.

Estratégias de tratamento no local do acidente: geralmente diferencia-se entre duas estratégias: *Advanced Life Support (ALS)* e *Basic Life Support (BLS)*. A ALS significa que as pessoas acidentadas recebem tratamento médico profissional no local do acidente, o que pode incluir também os métodos de tratamento invasivos por profissionais com formação especial de emergência médica ou por um médico. Esta estratégia costuma acarretar um atraso no tempo de transporte para o hospital. Com o BLS (*Loadandgo* ou *Scoopandrun*), a pessoa acidentada é transportada o mais rápido possível para o hospital. No local do acidente, são usados apenas métodos não invasivos para manter o acidentado em vida durante o transporte. O ALS é mais comum que o BLS em países mais desenvolvidos (Sethi et al, 2009). Entretanto, cabe à equipe da ambulância avaliar, de acordo com cada acidente, quais pessoas receberão o tratamento de acordo com o princípio do ALS ou do BLS.

Os impactos do ALS e do BLS diferenciam-se de acordo com os tipos de acidentes. Os acidentes com parada cardíaca têm, por exemplo, maiores benefícios com o BLS. Os pacientes com lesões causadas por choques contra certos objetos têm maiores benefícios com o método ALS que os pacientes com

danos causados por facas ou objetos pontiagudos. Há também uma série de diferenças entre os vários métodos de tratamento utilizados no ALS (fluidos intravenosos, por exemplo, acarretam maiores perigos de complicação que a intubação; Regel et al., 1997).

Um problema é que a equipe na ambulância nem sempre consegue determinar quais pacientes devem ser tratados com o método ALS (Cone & Wydro, 2001). Um estudo dos EUA demonstrou que critérios especificados sobre quais pacientes devem receber o tratamento com o ALS reduziram a porcentagem de emergências em que os pacientes foram tratados com os métodos ALS quando não era necessário (Culley et al., 1994).

Tratamento no hospital: o tratamento de traumas é mais efetivo em hospitais especializados, chamados de “centros de traumatologia”, do que em hospitais sem a especialidade (Sampalis et al., 1993; Morrissey et al., 1996). Os hospitais mais especializados tendem a se localizar no centro das cidades, mas muitos acidentes de tráfego ocorrem longe do hospital. Assim, o acesso a tratamentos mais avançados depende dos tempos médios de transporte necessários para distâncias maiores que não representem um prejuízo significativo ao resultado desses tratamentos.

A qualidade do tratamento hospitalar é decisiva para a probabilidade de sobrevivência por conta da gravidade do acidente. Pode haver uma parcela de pacientes com lesões críticas que morrem durante o tratamento e, de acordo com muitos estudos, há também a possibilidade de erros de tratamento, que contribuem para levar o paciente a óbito (Henriksson et al., 2001; Morrissey et al., 1996). Os métodos de tratamento hospitalar e as medidas para melhorar sua qualidade estão, entretanto, fora do escopo deste livro.

Telemedicina: a telemedicina consiste no uso de equipamentos de telecomunicação para diagnóstico e tratamento médico. Na maioria dos casos, por exemplo, a telemedicina está relacionada ao tratamento de pacientes (comunicação entre médico e paciente) e à transferência de imagens de pesquisas radiológicas ou de tomografia computadorizada (Benger, 2000; Currell et al., 2009). As aplicações possíveis dentro da medicina de emergência são a teleconsulta entre o pessoal de emergência ou outras pessoas no local do acidente com o hospital, além da utilização de equipamentos portáteis de vídeo e de rádio.

Impacto sobre os acidentes

Período pré-hospitalar: a relação entre o tempo de resposta e a probabilidade de sobrevivência em acidentes de trânsito foi estudada em uma série de pesquisas. Porém, as pesquisas não são apropriadas para a meta-análise. Os tempos de resposta são definidos de maneira diferente em cada estudo (a partir do momento do acidente até a chegada ao hospital ou a partir da chamada de emergência até a chegada da ambulância ao local do acidente, por exemplo). Quase todos os estudos demonstraram que períodos pré-hospitalares mais longos estão vinculados a um maior número de vítimas que evoluem ao óbito. Entretanto, muitos estudos não consideraram outros fatores que poderiam influenciar no óbito do paciente, entre outros, a severidade do acidente e o tipo de tratamento recebido, como, por exemplo, ALS ou BLS. Muitos outros fatores também estão vinculados aos períodos pré-hospitalares. Acidentes em zonas com população dispersa, por exemplo, tendem a ser em média mais graves que os acidentes em zonas urbanas e ocorrem em locais mais distantes dos hospitais. Porém, uma relação entre poucos óbitos e curto período pré-hospitalar também foi encontrada em alguns estudos que controlaram uma série de variáveis aleatórias.

A maioria das variáveis aleatórias foi considerada na pesquisa realizada por Sampalis et al.(1993). Este estudo mostrou que a probabilidade de não sobreviver aos primeiros seis dias no hospital foi 3,01 vezes maior (intervalo de confiança de 95% [1.27; 5.06]) para pacientes com um período pré-hospitalar de uma hora ou mais do que com os pacientes com um período pré-hospitalar mais curto. Foram considerados o tipo e a severidade das lesões, a idade e o tipo de tratamento no local do acidente e no hospital.

Brodsky e Hakkert (1983) encontraram maiores parcelas de vítimas fatais em áreas geográficas que em média possuem longo tempo de resposta e menores parcelas de vítimas fatais em áreas com curto tempo de resposta. Ao considerar outros fatores (entre os quais o momento do acidente, a velocidade da colisão e a idade dos envolvidos), a taxa de vítimas fatais foi 38% maior em áreas com longo tempo de resposta que nas demais áreas.

Na pesquisa realizada por Maio et al.(1992), a taxa de vítimas fatais foi quase duas vezes maior em zonas de povoação dispersa se comparada à taxa em zonas urbanas (risco relativo em zonas urbanas = 1,96).

Ao considerar a gravidade do acidente e o gênero do condutor, o risco relativo diminuiu para 1,51. Isso significa que uma parcela da diferença entre zonas urbanas e zonas de povoação dispersa pode ser explicada mediante as diferenças entre tipos de acidente e de condutores. Uma explicação possível na diferença entre zonas urbanas e zonas de povoação dispersa é o melhor acesso aos serviços médicos em zonas urbanas. Em um estudo similar (Muellemann et al., 2007), demonstrou-se que a taxa de vítimas fatais na maioria das zonas com povoação dispersa no Nebraska é cerca do dobro da taxa das outras áreas (risco relativo = 1,98; intervalo de confiança de 95% [1,18-3,31]), quando são considerados os limites de velocidade, idade, álcool e gravidade da lesão. Feero et al.(1995) compararam o tempo de resposta (período da ocorrência do acidente até a chegada ao hospital) entre “sobreviventes inesperados” e “óbitos inesperados” em acidentes de zonas urbanas. Os sobreviventes inesperados tiveram, em média, tempos de resposta mais curtos que as vítimas inesperadas (20,8 vs 29,3 min.). Os agentes da ambulância também levaram menos tempo nos locais dos acidentes, e o tempo gasto para o transporte das vítimas foi menor entre os sobreviventes inesperados. Os resultados são estatisticamente significativos, ainda que estejam relacionados a poucas pessoas (13 sobreviventes inesperados e 20 óbitos inesperados).

Primeiros socorros de usuários aleatórios: não foram encontrados estudos de como os primeiros socorros ou o treinamento em primeiros socorros realizados por pessoas que aleatoriamente passavam pelo local do acidente influenciam na ocorrência do óbito nos acidentes de trânsito. Com relação a problemas cardíacos, foram encontradas maiores probabilidades de sobrevivência em alguns estudos (Engdahl et al, 2001).

Outros estudos demonstraram, entretanto, que habilidades aprendidas em cursos de primeiros socorros nem sempre são adequadas e são rapidamente esquecidas (em 6 meses) (Chamberlain et al., 2002).

Ertle Christ (2007) pesquisaram como passantes aleatórios prestaram primeiros socorros em duas situações de emergência (uma pessoa inconsciente com lesões críticas e forte hemorragia e reanimação cardiorrespiratória). Aqueles que não tinham ajuda tiveram resultados muito ruins (por exemplo, apenas 10% deles verificaram se as vias respiratórias estavam livres). Aqueles que puderam utilizar um *Personal Digital Assistant* (PDA ou “Assistente Pes-

soal Digital”) tiveram resultados significativamente melhores. O PDA transmitiu instruções padronizadas com fotos, textos e instruções em voz alta.

Estratégias de tratamento no local do acidente: os seguintes estudos compararam a taxa de vítimas fatais em acidentes entre pacientes que foram tratados por diferentes estratégias:

Murphy et al., 1993 (EUA);
Sampalis et al., 1993 (Canadá);
Rainer et al., 1997 (Grã-Bretanha);
Nichollet et al., 1998 (Grã-Bretanha);
DiBartolomeo et al., 2001 (Itália);
Oppe & DeCharro, 2001 (Países Baixos);
Lieberman et al., 2003 (Canadá);
Iirola, 2006 (Finlândia);
Roudsari et al., 2007 (outros países) e
Shepherd et al., 2008 (Austrália).

Com base nestes estudos, foram avaliados os impactos em conjunto do tratamento de lesões críticas com métodos mais avançados em relação a métodos menos avançados. Na maioria dos estudos, o ALS é comparado ao BLS. Os estudos que pesquisaram os impactos em pacientes com lesões causadas por tiro ou com parada cardíaca não estão incluídos na análise.

Apenas um dos estudos considerou a gravidade da lesão, o tempo de resposta e o tratamento no hospital (Sampalis et al., 1993). Não foi encontrado impacto significativo da ALS em relação ao BLS na probabilidade de sobreviver às lesões. A ALS apresentou uma taxa de lesões fatais 8% maior (intervalo de confiança de 95% [-36%; +82%]) em relação ao BLS.

Com base em todos os estudos, quando se calcula o impacto dos métodos de tratamento mais avançados na probabilidade de sobrevivência a lesões graves, não se encontra nenhum impacto significativo (+1%; intervalo de confiança de 95% [-25%; +38%]). Roudsari et al. (2007) compararam o tratamento por ALS realizado por médicos *vs* o tratamento por ALS executado pelos agentes de emergência médica sem formação médica. Nesse estudo, os médicos reduziram a taxa de pacientes que viriam a óbito em 30% (intervalo de confiança de 95% [-46%; -7%]). Quando se exclui este estudo da análise em conjunto com base em todos os estudos, o resultado demonstra que o ALS aumenta a taxa de pacientes que não sobrevivem em 18% (intervalo de confiança de 95% [-5%; +47%]) em relação ao BLS.

Métodos de tratamento mais avançados são via de regra utilizados para pacientes com lesões mais graves. Se não se considerar a gravidade da lesão, serão encontradas, por este motivo, maiores taxas de vítimas que morrem devido às lesões entre pacientes que são tratados com métodos mais avançados, mesmo se os métodos de tratamento aumentam a probabilidade de sobrevivência (“Simpsonsparadox”, Oppe & DeCharro, 2001). Se os resultados dos estudos que não consideraram a gravidade da lesão forem sintetizados, a taxa de quem não sobrevive é 152% (intervalo de confiança de 95% [+37%; +362%]) maior entre pacientes que foram tratados com métodos ALS, em relação ao BLS. Um resultado parecido foi descoberto em outra meta-análise (Lieberman et al., 2000). Este estudo demonstrou que a taxa de não-sobreviventes foi 159% maior entre os pacientes que foram tratados com métodos ALS que entre aqueles que não receberam este tratamento. A maioria dos estudos a respeito desta meta-análise não considerou a gravidade da lesão. Além disso, é possível haver diferenças entre os pacientes que foram tratados com os diferentes métodos, entre outras questões, como os tipos de lesão e tempo de transporte.

Muitos estudos demonstraram que o tratamento no local do acidente com ALS leva mais tempo que o BLS. Em média, o ALS leva 18,5 minutos e o BLS, 13,5 minutos, de acordo com a meta-análise de Lieberman et al. (2000). Isso se deve aos métodos de tratamento do ALS, que exigem mais tempo. A utilização do tempo no local do acidente pode reduzir a probabilidade de sobrevivência, pois o tratamento no hospital é atrasado de maneira correspondente.

Há também um problema metodológico de que geralmente não se pode comparar o impacto dos diferentes métodos de tratamento na taxa de óbitos antes da chegada ao hospital. Isso se deve ao fato de que a equipe de emergência médica sem formação médica tem possibilidades limitadas de declarar o óbito de um paciente. A quantidade porcentual de pacientes que vêm a óbito no caminho para o hospital não é, por conta disso, sempre comparável entre os diferentes métodos de tratamento. Quando se compara a porcentagem de pacientes que vêm a óbito após as primeiras horas de chegada no hospital, tem-se que este resultado é mais influenciado pelo tratamento antes da chegada ao hospital que quando se compara o porcentual de pacientes que vêm a óbito em um longo período de tempo já no hospital.

Telemedicina: não foram encontrados estudos de como a utilização da telemedicina influencia nas chances de óbito em acidentes de trânsito. Uma possível vantagem da utilização da telemedicina (tecnologia que permite a comunicação das pessoas no local do acidente com especialistas) é a redução do uso de métodos de tratamentos avançados no local do acidente e a redução do uso de helicópteros. Isso foi apontado por um estudo realizado por Mathews et al. (2008). Schmidt et al. (1992) pesquisaram a probabilidade de sobrevivência a lesões críticas entre pacientes que foram transportados por helicópteros. A porcentagem de sobreviventes foi maior entre pacientes tratados por um cirurgião membro da tripulação do helicóptero que entre aqueles que foram tratados pelos agentes de emergência médica por telemedicina. Os pacientes foram comparados com relação à gravidade da lesão, ao tempo de transporte, etc.

Impacto na mobilidade

O acesso ao serviço médico não tem nenhum impacto documentado sobre a mobilidade. Se os locais dos acidentes forem mais rapidamente desobstruídos, as filas podem diminuir.

Impacto no meio ambiente

O acesso aos serviços médicos não tem nenhum impacto documentado no meio ambiente.

Custos

Não há informações sobre os custos para serviços médicos de emergência em acidentes de trânsito.

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontradas análises de custo-benefício relacionadas aos serviços médicos em acidentes de trânsito.

Responsabilidade e procedimento formais

Os serviços médicos de emergência são há muitos anos regulamentados por um conjunto de regras sobre as normas relacionadas aos serviços médicos de emergência fora do hospital. A regulamentação im-

põe normas específicas tanto para as cidades quanto para as empresas de saúde. Ela também trata da colaboração mútua entre o serviço de saúde e os demais serviços de emergência.

Iniciativa para a medida

Os serviços médicos de emergência são zelados pelo serviço de saúde primário e especializado e compreendem, entre outros quesitos, serviços de notificação de emergência, centrais de comunicação médica emergencial (centrais AMK), serviços de ambulância, centrais de departamento de emergência (centrais LV), departamentos de emergência, serviços de cuidados e assistência, além de pronto-socorros nos hospitais para tratamento de problemas psíquicos e somáticos.

9.2 HELICÓPTEROS DE RESGATE

Capítulo escrito por Alena Høye (TØI) em 2009

Problema e finalidades

Quando pessoas envolvidas em acidentes graves encontram-se longe do hospital mais próximo, pode levar um longo tempo até que uma ambulância chegue ao local do acidente e a vítima seja levada para o hospital e receba o tratamento adequado. O impacto das lesões graves é sempre influenciado pelo tempo, isto é, elas devem ser tratadas da maneira mais rápida possível para evitar que se tornem permanentes ou que o acidentado venha a óbito.

Os helicópteros de resgate têm como finalidade proporcionar tratamento médico para os pacientes que se encontram fora do alcance da ambulância convencional ou em locais muito distantes dos hospitais que possam prestar um tratamento adequado. Para pacientes que precisam de tratamento em um hospital especializado, a distância até o hospital tende a ser ainda mais longa.

Descrição da medida

Os helicópteros de resgate podem ser utilizados tanto para ações de busca e resgate quanto para o transporte de pacientes. A principal finalidade da utilização do helicóptero para transporte de pacientes é reduzir o tempo de transporte, especialmente para grandes dis-

tâncias ou quando os pacientes estão fora do alcance de uma ambulância convencional. Com relação a distâncias mais curtas, a ambulância convencional geralmente é mais rápida. Um estudo da Austrália (Sheperd et al., 2008) demonstrou que o transporte terrestre normalmente é mais rápido que o transporte por helicópteros quando a distância é menor que 100 km. Os helicópteros transportam vítimas de acidentes em geral sempre com a presença de um médico na tripulação.

Os helicópteros têm tempo de resposta mais longo que as ambulâncias e o tempo gasto no local do acidente em média também é mais extenso (Nicholl et al., 1994). Outros estudos não demonstraram nenhuma diferença no tempo que os helicópteros e as ambulâncias utilizam nos locais dos acidentes (Schwartz et al., 1990; Oppe e De Charro, 2001). Um estudo norueguês demonstrou que os helicópteros têm um tempo médio de resposta de 26 minutos e que esse tempo ficou abaixo de uma hora em 98% dos casos. Uma vez que há grandes diferenças regionais na distância até o hospital mais próximo, os helicópteros podem nivelar diferenças regionais com relação à acessibilidade (avançada) até o tratamento médico (Heggstad e Børsheim, 2002).

Os helicópteros, ainda assim, são frequentemente utilizados até mesmo em casos em que não seriam necessários. Uma meta-análise (Bledsoe et al., 2006) apontou que 60 a 70% de todos os acidentados transportados por helicópteros não tinham lesões com risco de vida. A porcentagem é ainda maior em zonas urbanas.

Outro estudo apontou que mais de 60% de todas as chamadas para transporte por helicópteros eram desnecessárias (Norton et al., 1996).

Impacto sobre os acidentados

O impacto da utilização de helicópteros para o transporte de pessoas acidentadas foi analisado nas seguintes pesquisas:

Baum, 1980 (Alemanha);
Larsen et al., 1981 (Noruega);
Baxt e Moody, 1983 (EUA);
Søreide et al., 1985 (Noruega);
Harboe et al., 1985 (Noruega);
Baxt et al., 1985 (EUA);
Baxt e Moody, 1987 (EUA);
Schiller et al., 1988 (EUA);
Boyd, Corse e Campbell, 1989 (EUA);
Schwartz et al., 1990 (EUA);
Karper et al., 1991 (Noruega);
Magnus e Kristiansen, 1992 (Noruega);
Heggstad, 1993 (Noruega);
Nicholl, Brazier e Beeby, 1994 (Grã-Bretanha);
Nicholl, Brazier e Snooks, 1995 (Grã-Bretanha);
Hotvedt et al., 1996 (Noruega);
Cunningham et al., 1997 (EUA);
Brathwaite et al., 1998 (EUA) e
Di Bartolomeo et al., 2001 (Itália).

Os resultados estão resumidos na tabela 9.2.1.

Os resultados apontam uma redução não significativa do número de vítimas fatais entre os pacientes com lesões ou doenças não especificadas. De um modo geral foi encontrado nenhum impacto entre os acidentados. Apenas entre pacientes com lesões graves (ISS acima de 16 ou probabilidade de sobrevivência abaixo de 75%) os resultados mostram uma redução significativa do percentual de

TABELA 9.2.1: IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE TRANSPORTE POR HELICÓPTEROS NA PROBABILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA A ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Variação percentual do número de não-sobreviventes		
	Tipo de lesão	Melhor estimativa	Intervalo de confiança (95%)
Todos os estudos			
Todos	Não especificado/doença	-6	(-15; +3)
Todos	Lesões	+2	(-17; +25)
Lesões mais leves	Lesões	+4	(-50; +118)
Lesões graves	Lesões	-17	(-24; -9)
Estudos anteriores a 1990			
Lesões graves	Lesões	-20	(-35; -2)
Estudos a partir de 1990			
Todas as lesões	Lesões	-6	(-17; +6)
Lesões graves	Lesões	-4	(-17; +11)

pacientes que não sobrevive. A maioria dos estudos comparou pacientes com diferentes gravidades de lesão que não são significativamente diferentes. Entretanto, as lesões na maioria dos estudos são mais sérias entre pacientes transportados por helicópteros que os que não recebem tal transporte. A maioria dos estudos não considerou estatisticamente a gravidade das lesões ou a probabilidade de sobrevivência. Por conta disso, não está claro em que grau as diferenças na gravidade das vítimas podem ter influenciado os resultados.

A maneira como o transporte por helicópteros influencia a probabilidade de sobrevivência provavelmente modificou-se ao longo dos anos. Em estudos mais antigos, os pacientes que eram transportados por helicópteros poderiam sempre ser tratados com métodos mais avançados que pacientes que eram transportados por ambulâncias. Em estudos mais recentes, a maior vantagem do helicóptero é o tempo de transporte mais curto, uma vez que as possibilidades de tratamento médico emergencial avançado melhoraram nas ambulâncias (Bledsoe, 2003). Isso se confirma pelos resultados da tabela 9.2.1, que mostra que foram encontrados maiores impactos do transporte por helicópteros em estudos antigos que em estudos recentes. O resultado dos estudos após 1990 se baseia em duas pesquisas que consideraram estatisticamente a gravidade da lesão (Nicholl et al., 1995; Brathwaite et al., 1998). Além do mais, Brathwaite et al. (1998) pesquisou o impacto do transporte por helicópteros entre pacientes com diferentes gravidades de lesão. Os resultados mostram que o transporte por helicópteros não acarreta modificações significativas da probabilidade de sobrevivência entre pacientes com lesões mais leves (ISS – índice de severidade < 16) e entre aqueles com lesões muito graves (ISS > 60). O aumento da probabilidade de sobrevivência pelo transporte por helicópteros foi encontrado apenas entre pacientes com ISS entre 16 e 60.

Com base em todos os estudos incluídos nas análises na tabela 9.2.1, foi calculado que a taxa de tarefas dos helicópteros classificadas como salvamento é de 3,7% (intervalo de confiança de 95% [3,4%; 4,1%]), ou seja, aquelas que foram definitivas para a garantia da sobrevivência das vítimas.

Impacto na mobilidade

O transporte por helicópteros não tem nenhum impacto documentado sobre a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

O transporte por helicópteros não tem nenhum impacto documentado sobre as condições do meio ambiente.

Custos

O transporte por helicópteros é muito mais caro que o transporte por ambulâncias. Na Noruega, foram utilizados NOK 129,9 milhões em helicópteros de resgate em 1997, ou seja, NOK 180 mil por resgate. O transporte de vítimas de acidentes de trânsito por helicóptero custa em torno de NOK 53 mil por atividade.

Avaliações de custo-benefício

Uma análise do custo-benefício dos helicópteros de resgate estatais (Elvik, 1996) concluiu que o serviço diário executado por estes helicópteros apresenta uma relação de custo-benefício de cerca de 5,4. Os helicópteros de resgate executam tarefas de busca, resgate e transporte de vítimas acidentadas em acidentes de trânsito, que podem ser analisadas separadamente. Para as atividades de busca e resgate, a relação de custo-benefício do serviço diário foi calculada em até 4,9. Com relação à atividade de transporte de vítimas, a relação de custo-benefício foi calculada em até 5,9. Estimou-se que 6% são definitivas para a sobrevivência (ou seja, a vítima teria morrido se não tivesse tido este tipo de atendimento), 20% proporcionam melhor qualidade de vida, ao passo que 74% delas não têm nenhuma importância para a condição de saúde do paciente.

Os custos dos resgates estatais por vias aéreas seriam de cerca de NOK 233,5 milhões por ano. O número de atividades tarefas de resgate seria de cerca de 4.400. Se 5% das atividades fossem consideradas como salvamento, o benefício seria calculado em NOK 3,63 milhões anualmente. O benefício deve, então, ser comparado aos custos dos acidentes de trânsito. O benefício é claramente muito maior que o custo do serviço. Mesmo se o benefício fosse consideravelmente menor, o serviço ainda assim seria vantajoso socioeconomicamente.

Responsabilidade e procedimento formais

Não há informações sobre a responsabilidade e procedimentos formais relacionados aos helicópteros de resgate.

9.3 NOTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE ACIDENTE

Capítulo escrito em 2009 e revisado por Alena Høyevang (TØI) em 2011

Problema e finalidades

A recuperação das vítimas após o acidente de trânsito é sempre influenciada pelo tempo de atendimento e resgate, ou seja, a evolução de uma lesão depende de o quão rápido o ferido recebe ajuda médica. Isso vale especialmente para traumas, que consistem em uma forma especial das lesões muito sérias. Um trauma é uma lesão corporal provocada por uma violência externa que não é especificada e que causa risco de vida (Henriksen, 1998). Os traumas são referidos aqui como as lesões físicas e não como sintomas de cunho psicológico.

Eles devem ser avaliados por médicos e tratados imediatamente. Se o tratamento vier com muito atraso, as lesões podem se agravar, se tornar irreversíveis ou levar à morte. Dois prazos são especialmente críticos para o tratamento de traumas (Champion, 2005). Os primeiros socorros devem ser realizados imediatamente e de preferência nos primeiros minutos após a ocorrência das lesões. Em seguida, é necessário um tratamento mais abrangente. Ele também deve ser realizado o mais rápido possível. As outras lesões, diferentes dos traumas, são dependentes de tempo em menor grau, de modo que a evolução da lesão não é influenciada por um rápido atendimento, como, por exemplo, nos casos em que o ferido vem a óbito imediatamente por conta dos ferimentos. Muitos tratamentos de lesões leves não exigem tratamento imediato.

De acordo com muitos estudos, entre todos os acidentados que vieram a óbito, entre 37% e 50% morrem nos primeiros minutos após o acidente (Akella et al., 2003:50%; Bachmann & Prezotti, 2001: 45%; Clark & Cushing: 37%; Henriksen et al., 2001: 48%). Em uma pesquisa norueguesa (NOU, 1998) estimou-se que cerca de 15% de todos os pacientes que falecem após ferimentos generalizados ou traumas (incluindo acidentes de trânsito e também outros acidentes) vêm a óbito nos primeiros minutos após o acidente e poderiam possivelmente ter sobrevivido em condições otimizadas de tratamento. “Condição otimizada de tratamento” inclui tanto o prazo quanto a qualidade do tratamento. De acordo com NOU (1998), a maioria dos pacientes que vem a óbito nos primeiros minutos após o acidente não

poderiam ser salvos, independente de quão rápido a ajuda chegasse.

Muitas pesquisas mostram que a probabilidade de sobrevivência a ferimentos graves após um acidente é maior quanto mais rápido a ambulância chegar ao local do acidente. Se o tempo de chegada for maior que 30 minutos, a probabilidade de óbito no local do acidente é 7 vezes maior que se a ambulância chegasse mais cedo (Grossman et al., 1997). Uma pesquisa da Austrália mostrou que a probabilidade de não sobreviver a um acidente é 9% quando a ambulância chega mais do que 45 minutos após ser chamada e de 2% quando a ambulância chega mais cedo (BSD Consultants, 1999). Uma análise de 848 traumas nos EUA mostrou que levou significativamente mais tempo entre o acidente e a chegada no hospital para aqueles que vieram a óbito do que para aqueles que sobreviveram (Feero et al., 1995).

O tempo de espera para que a vítima de acidente receba primeiros socorros, de preferência por profissionais credenciados ou médicos, depende de quanto tempo leva para a ambulância chegar ao local do acidente. Isso depende de muitos fatores:

- *Tempo de notificação*: A notificação do acidente pode ser atrasada por diferentes causas, entre elas, porque o condutor ou os passageiros não possuem celulares, já vieram a óbito, estão inconscientes ou por algum motivo não estão em condições de digitar o número de emergência ou porque nenhum outro condutor está no local para poder telefonar para a emergência. O tempo de notificação em zonas rurais nos EUA varia entre 2,9 e 19,8 minutos (Evanco, 1999). Na Finlândia o tempo de notificação leva mais que cinco minutos em 12,4 a 20,2% de todos os acidentes com vítimas fatais. As maiores demoras foram encontradas em vias com pouco tráfego, à noite e para acidentes individuais em que o condutor perdeu o controle do veículo (Virtanen, 2005).
- *Precisão sobre a indicação do local*: As indicações do local do acidente em notificações telefônicas são sempre imprecisas, algo que pode levar ao atraso da ambulância (Lindholm, 2004). A taxa de notificações imprecisas de local após acidentes fatais é maior que 50% na Finlândia, com taxas ainda maiores em zonas rurais (Virtanen, 2005).
- *Distância para o hospital mais próximo*: Maiores distâncias acarretam tempos mais longos até a chegada da ambulância no hospital. Com relação a helicópteros, a distância é de menor importância.

- *Transitabilidade* das ambulâncias até o local do acidente: A transitabilidade depende da escolha de rotas e das condições das vias e do tráfego.
- *Outros fatores* no serviço de socorros, como, por exemplo, disponibilidade de veículo e de profissionais credenciados de socorro ou médicos.

A ocorrência de atrasos do local do acidente até o local do tratamento é mais provável em vias com menos tráfego em zonas rurais (Brodsky, 1993; Virtanen, 2005). Nessas áreas as distâncias até o hospital mais próximo geralmente são mais longas. Um tipo de acidente que se estima que sofra risco de atraso no tratamento é o acidente com apenas um veículo. Os acidentes com apenas um veículo são superrepresentados em rodovias regionais (Tiehallinto, 2005A) e à noite (Mäkelä & Kärki, 2004) e têm, além disso, maiores riscos de ter lesões graves ou óbito (SSB).

O tempo de resposta pré-hospitalar (tempo da chamada de emergência até a chegada do paciente ao hospital) foram analisados por Folkestad, Gilbert & Steen-Hansen (2001) na Noruega. A análise é baseada em 5.004 respostas pré-hospitalares de chamadas, das quais 113 foram classificadas como situações aguda sem Vestfold e Troms em 2001. Nenhuma das localidades cumpre a recomendação do Departamento de Saúde de acordo com um tempo de resposta de no máximo 12 minutos para 90% da população. Em ambos os distritos o tempo de resposta é de no máximo 8 minutos em cerca de 1/3 de todas as respostas e de no máximo 12 minutos em cerca de 2/3 de todas as respostas. A taxa acima de 25 minutos é menor em Vestfold (cerca de 4%) que Troms (cerca de 15%). A maior parte de tempo de resposta pré-hospitalar acima de 8 minutos foi encontrada em localidades com menos de 10 mil habitantes. Os fatores que podem esclarecer os tempos de resposta parcialmente longos (além das distâncias parcialmente longas) têm relação com a descentralização das centrais da AMK, com o conhecimento de locais variados entre a equipe, qualificação dos enfermeiros da AMK e da equipe de ambulância (pouco treinamento, por exemplo), disponibilidade de pessoal noturno e pouco pessoal das centrais de emergência. A análise conclui que a centralização das centrais de emergência e a melhoria de pessoal (sem rotatividade de trabalho, com coordenador próprio de ambulância e serviço em duplas) podem melhorar consideravelmente o tempo de resposta pré-hospitalar. O tempo de resposta não abrange o tempo de resposta pré-hospitalar que Folkestad et.al. analisaram, e nem todas as 113 chamadas que foram anali-

sadas estavam relacionadas a acidentes de trânsito. Considera-se que os acidentes de trânsito possam ter maior parcela de descrições imprecisas ou errôneas que outros eventos que contribuíram para que 113 ligações fossem realizadas, algo que pode contribuir para o longo tempo de resposta.

A notificação automática de acidente (Automatic Crash Notification, ACN) pode reduzir o tempo em que o acidentado recebe o tratamento ao reduzir o atraso entre o momento do acidente e a chegada da ambulância no local.

Descrição da medida

Com a ACN os veículos são equipados com um sistema que pode enviar informações sobre um acidente (ou eventualmente outras situações graves) diretamente para a central de controle (na Noruega, Akuttmedisinsk Kommunikasjonssentral, AMK). A mensagem contém, entre outros, dados sobre o veículo associados à informação precisa sobre o tempo e local do acidente. Desse modo, evita-se um longo tempo de espera no local do acidente que pode ser gerado por conta do atraso do aviso do acidente ou por indicações imprecisas/incorretas de local. O sistema também pode ser utilizado para enviar mensagens de emergência manualmente.

O envio automático de mensagens de emergência é baseado em informações dos sensores no veículo, como, por exemplo, o registro da ativação do airbag. Alguns sistemas também incluem informações sobre a redução de velocidade ou capotamento, algo que pode dar uma indicação sobre a gravidade do acidente. Além disso, sistemas mais avançados podem enviar informações sobre o tipo de acidente, número de pessoas no veículo, além do tipo de danos, etc.

O *eCall* é um sistema de notificação automática que (em 2010) está sendo avaliado para ser introduzido na Europa. A finalidade é melhorar a troca de informações ao longo de toda a cadeia de serviços: veículo envolvido em um acidente: central de controle, ambulância, caminho do hospital até o acidente, local do acidente, hospital. A combinação do *eCall* com outros sistemas de informação também pode melhorar a transitabilidade das ambulâncias. As filas no local do acidente podem ser reduzidas se o local for desobstruído mais rapidamente e por meio de avisos mais rápidos sobre o acidente via rádio ou outros sistemas de informação (como, por exemplo, o end2end; Jokinen et al., 2005). Muitos fabricantes

de veículos já requisitam a notificação automática de acidentes como equipamento extra, mas estes sistemas funcionam apenas em marcas específicas de veículos e apenas em alguns países. Nenhum dos sistemas estava em operação na Noruega até 2010, mas podem ser reprogramados de maneira que sejam conectados ao *eCall*.

O *eCall*, da maneira como é concebido, utiliza a comunicação de satélite para o envio da informações. Isso é mais confiável que a tecnologia de celulares que é utilizada para sistemas de aviso de acidentes que estão em desenvolvimento nos EUA. Na avaliação da ACN nos EUA (Bachmann & Prezotti, 2001), houve muitos casos em que os acidentes não foram notificados e muitos alarmes falsos. No estudo de Akella et al (2004) havia também muitos casos em que os acidentes não foram notificados em razão de outros fatores, além da má cobertura do celular. Uma causa possível para o não-aviso de muitos acidentes graves é que o sistema da ACN no veículo estava quebrado (Austroads, 2004).

Impacto sobre os acidentes

A ACN pode influenciar na evolução dos ferimentos após o acidente, mas não no número de acidentes ou na gravidade do acidente. Não há pesquisas sobre os reais impactos no desfecho do ferimento após o acidente, mas muitos estudos tentaram quantificar possíveis impactos no número de óbitos na Europa e nos EUA. Além do mais, duas pesquisas avaliaram possíveis impactos no número de feridos graves. Os resultados estão resumidos na tabela 9.3.1.

Entre os estudos resumidos na tabela 9.3.1, há dois que se baseiam em análises detalhadas de um gran-

de número de acidentes com óbito e que, por isso, proporcionam resultados - mais realistas (Clark e Cushing, 2002; Virtanen, 2005).

Clark & Cushing (2002) analisaram acidentes com 30.875 mortos ou gravemente feridos no documento *Fatality Analysis Reporting System* (FARS). Os possíveis impactos da ACN são avaliados com a ajuda de modelos estatísticos que calculam a probabilidade de sobrevivência para diferentes tempos de notificação. O limite inferior (-1,5% de óbitos) é baseado em todas as informações do banco de dados; o limite superior (-5,8% de óbitos) é baseado em um banco de dados ampliado, calculado para considerar os acidentes com o mesmo risco teórico, mas sem óbitos reais. Não foi considerada melhoria da transitabilidade para ambulâncias.

Virtanen (2005) realizou uma análise detalhada de todos os acidentes com óbito na Finlândia de 2001 até 2003 (750 acidentes que envolvem no total 1.180 óbitos, dos quais 919 foram de condutores ou passageiros de veículos motorizados). A análise é baseada nas informações de relatórios policiais, hospitais e dos serviços de socorros. Estima-se que 3,6% de todos os condutores que vieram ao óbito na Finlândia teriam sobrevivido com grande probabilidade se o *eCall* tivesse sido instalado em todos os veículos. Isso se reduz a 3,3% se apenas fossem incluídos na análise os acidentes que envolvem veículos que teriam a possibilidade de ter instalado o *eCall* (limite inferior do intervalo de confiança). Mais de 5% possivelmente teriam sobrevivido com o *eCall* (a soma destas duas estimativas como limite superior do intervalo de confiança estão na tabela 9.3.1). Nenhum pedestre que veio a óbito teria sobrevivido com o *eCall*. Estima-se que os níveis de ferimento daqueles que teriam sobrevivido com o *eCall* seriam

TABELA 9.3.1: IMPACTOS DAS NOTIFICAÇÕES AUTOMÁTICAS DE ACIDENTES NAS CONSEQUÊNCIAS DE ACIDENTES.

	Acidentes ocorridos	N ¹	Queda estimada	
			Mortos	Ferimentos graves ²
Clark & Cushing (2002)	Todos	30.875	(-1; -6)	
Evanco (1999)	Em zonas rurais	25.761	-12	
Henriksson et al. (2001)	Em zonas rurais	474	-10	
Lindholm (2004) ³	Todos		(-5; -15)	(-10; -15)
Virtanen (2005)	Todos	919	(-3; -8)	
Vägverket (2003) ³	Todos		(-2; -4)	(-3; -4)

¹ Número de óbitos ou acidentes considerados na pesquisa (explicações no texto).

² A definição de ferimentos graves varia entre as pesquisas; os resultados não se baseiam nas análises dos dados de acidentes (explicações no texto).

³ O número de óbitos ou acidentes considerados na pesquisa não está declarado.

os seguintes: 20% teriam sobrevivido com sequelas permanentes, 40% com ferimentos graves reversíveis e 40% com ferimentos leves.

Os estudos restantes são baseados em medidas mais indiretas do possível impacto sobre o número de óbitos/feridos e os resultados devem considerados como incertos.

Evanco (1999) analisou os dados agregados de acidentes dos EUA em nível estadual (N = 49) com base nos dados FARS de 1990 (25.761 óbitos). A queda possível no número de óbitos é calculada com a ajuda dos modelos de regressão para a relação entre tempo de notificação e número de óbitos. Com esta base estimou-se que um sistema de notificação automático reduziria o número de óbitos em zonas urbanas em 11,9%. Este resultado deve ser considerado como muito incerto.

Henriksson et al. (2001) analisaram todos os acidentes com óbitos no norte da Suécia entre 1990 e 1994 com a ajuda dos relatórios de autópsia, análises toxicológicas, relatórios da polícia e do hospital. Dos 474 óbitos da pesquisa, 48% foram classificados como sem nenhuma chance de sobrevivência; 27% de todos os óbitos foram avaliados como óbito por motivos que poderiam ter sido influenciados pelo *eCall* (resgate com muita demora, tratamento com atraso, etc.). Além disso, deve ser considerado que uma parte deles, entretanto, teria morrido durante ou após o tratamento. Por conta disso, o efeito possível do *eCall* é avaliado em no máximo 10%. Esta estimativa é isolada (TØI), limitada a veículos em zonas rurais e deve ser considerada como muito incerta.

Lindholm (2004) realizou uma pesquisa por meio de questionário entre operadores em centrais de alarme e analisou resultados do projeto E-Merge da União Europeia. Os resultados não são baseados em análises de dados de acidentes e devem ser avaliados como muito incertos. Vägverket (2003) estimou possíveis impactos do *eCall* baseados em análises de peritos em segurança suecos; 8% de todos os mortos em trânsito na Suécia poderiam, de acordo com este estudo, no máximo ter sobrevivido com melhores recursos de socorros. Este potencial diminui 50% por motivos de restrições práticas (distância até o hospital mais próximo, por exemplo). 40% de todo o potencial restante poderia ser influenciado pelo *eCall*. Isso está entre 2 e 4% de todos os óbitos na Suécia. O impacto nos feridos muito graves é avaliado como um pouco maior, mas

esta estimativa não se baseia em análises de dados de acidentes.

Há muitos fatores que influenciam a efetividade do *eCall* e que são relevantes para o impacto que pode ser esperado com a implementação do *eCall* na Noruega. O impacto da ACN é avaliado como maior em **zonas rurais** e para **acidentes com um único veículo** (Bachmann & Prezotti, 2001; Clark & Cushing, 2002; Garrison et al., 2002). As causas são a pouca possibilidade de ligar para o número de emergência (cobertura de celular e outros veículos, por exemplo) e ferimentos mais graves. Lindholm (2004) estimou possíveis impactos do *eCall* com relação a quanto tempo leva para a ambulância chegar no local do acidente em zonas urbanas e rurais. Foi estimado que o tempo pode ser reduzido em 50% (de 21,2 para 11,7 minutos) em zonas rurais e em 40% (de 13 para 8 minutos) em zonas urbanas. Os tipos de acidentes com a demora mais longa no serviço de socorros foram identificados (mais que 5 minutos): são acidentes em vias com pouco tráfego, acidentes noturnos e acidentes em que o condutor perde o controle do veículo (Virtanen, 2005).

O tratamento que as pessoas gravemente feridas recebem depois que o serviço de socorros chega no local do acidente é decisivo para a continuidade do tratamento. Muitas pesquisas sobre causas de morte após traumas encontraram muitos casos de pessoas que vieram a óbito durante o tratamento ou por motivos de erros no tratamento (Henriksson et al., 2001; Morrissey et al., 1996). A causa disso é sempre a escolha errada do local de tratamento. A notificação automática de acidentes seria mais efetiva se os pacientes que forem salvos rapidamente não viessem a óbito posteriormente por consequência de falta de tratamento ou erro nele.

A influência da menor distância até o hospital **mais próximo** depende de muitos outros fatores e não pode ser avaliada de maneira geral. Se a distância for tão curta a ponto de ser possível para a ambulância chegar ao local do acidente dentro de 10 minutos (sob um pressuposto de notificação imediata), as pequenas reduções no tempo de notificação podem ter um grande efeito. Quando a distância é grande, não se espera que pequenas reduções no tempo de notificação tenham efeito similar. Por outro lado, espera-se que grandes reduções no tempo de notificação (quando o acidente seria notificado mesmo sem o ACN, por exemplo) influenciem no andamento do tratamento da vítima também quando a distância até o hospital é grande.

O impacto da ACN deve depender de outros fatores que influenciam os acidentes. Se o número de pessoas com ferimentos muito graves diminuir como consequência de outras medidas, haverá poucos acidentes em que o ACN poderá influenciar no andamento do tratamento do ferido. Algumas medidas de segurança de trânsito, como, por exemplo, o controle eletrônico de estabilidade (ESC) e a sinalização com guias sonoras têm como alvo a redução de tipos similares de acidentes. Os limites de velocidade, os controles de velocidade e os sistemas nos veículos que reduzem a possibilidade de dirigir acima do limite de velocidade também podem reduzir o número de acidentes e os níveis de ferimento após o acidente. Estima-se que a utilização intensiva destas medidas pode reduzir a efetividade da ACN.

Impacto na mobilidade

A notificação automática de acidentes pode melhorar a transitabilidade de outros condutores ao aumentar a efetividade da prestação de socorros que levam a tempos menores até os locais dos acidentes. O tempo de fila total até os acidentes na União Europeia poderá ser reduzido em 10-20% (Abele et al., 2004), mas este efeito depende da densidade do tráfego. Na Suécia, estima-se que o potencial do *eCall* para reduzir filas seja algo menor e gere economias entre 5 e 10 MSEK, como uma estimativa cautelosa (Vägverket, 2003).

Pensa-se que a conexão do *eCall* a outros sistemas de transporte inteligentes pode ter efeito maior na transitabilidade tanto para os outros condutores quanto para as ambulâncias caso os outros condutores sejam imediatamente notificados sobre quando e onde ocorreu um acidente. Este efeito seria ainda maior em vias com muito trânsito onde o potencial do *eCall* geralmente não é grande (Jokinen et al., 2005).

Impacto no meio ambiente

A notificação automática de acidente pode ter impactos positivos no meio ambiente da mesma maneira que na transitabilidade, uma vez que filas menores reduzem a emissão de gases.

Custos

Há dois tipos de custos associados à implementação da ACN: a instalação do sistema no veículo e a

instalação da infraestrutura de comunicação para o serviço de socorros.

O sistema do veículo custa entre 100 e 150 € após montagem, de acordo com Abele et al. (2004). Além disso, acrescentam-se 50 € pelos custos da montagem (Virtanen, 2005). A instalação em série do *eCall* custa, de acordo com Virtanen (2005), cerca da metade. Os custos variam entre diferentes tipos de veículos e são dependentes de outros sistemas de informação e de suporte ao condutor nos veículos.

Os investimentos no serviço de socorros compreendem a instalação da infraestrutura e os custos de treinamento da equipe no serviço de socorros. Os custos são dependentes da infraestrutura existente e se ela também é utilizada para outros objetivos (Austroads, 2004). Por causa disso, é difícil estimar os custos que estão diretamente associados à ACN. Abele et al., (2004) estimam custos entre 30.000 € e 50.000 € (NOK 240.000 a NOK 400.000.) por central de socorros. De acordo com uma apresentação do fórum do eSafety, os custos por central de socorros são de apenas entre 1.000 e 10.000 €. Um relatório da rescue GST aponta custos de 10.000 até 15.000 € (incluindo a codificação das informações enviadas via *eCall* do veículo e a visualização do local do acidente, mas não inclui custos para o envio de dados e a instalação do cartão digital na central de socorros). Os custos para o serviço de socorros serão gerados na medida que forem enviadas mensagens de erro sobre acidentes que não ocorreram ou que não precisam de ambulância.

Avaliações de custo-benefício

Há uma análise de custo-benefício para o *eCall* para os 25 países membros da UE em 2004 (Abele et al., 2004). A fração de custo-benefício é 1,3 em condição de baixo impacto e altos custos e 8,5 em condição de alto impacto e baixos custos. Os custos que servem de base para esta análise são de 100 € a 150 € por veículo, de 30.000 € a 50.000 € para o equipamento das centrais de alarme e de 300 € a 500 € para o treinamento de membros nas centrais de alarme. Os impactos pressupostos nos acidentes são de 5 até 15% de óbitos reduzidos para ferimentos graves e de 10 até 15% de ferimentos graves reduzidos para ferimentos leves. Os custos de acidentes são estimados em até 1 milhão de euros por óbitos, 135 mil euros por ferimentos graves e 15 mil euros por ferimentos mais leves. Prevê-se que a redução dos custos seja de 15 a 30%.

Virtanen et al. (2005) calcularam a fração de custo-benefício em 0,55 sob o pressuposto de pequeno impacto e altos custos e de 2,32 sob o pressuposto de grande impacto e baixos custos.

Com relação à Noruega, foi calculada uma análise de custo-benefício do *eCall* sob os seguintes pressupostos. Assume-se que o benefício seja igual ao da Finlândia (Virtanen, 2005), isto é, que o número de óbitos diminui entre 3,3% e 8,3%. Assume-se que o impacto nas pessoas com ferimentos graves seja igual ao impacto no número de óbitos. Não se assume que o número de pessoas com ferimentos graves ou com ferimentos mais leves tenha sido influenciado. Além disso, assume-se que 33% daqueles que não viriam a óbito teriam ferimentos muito graves e que 66% teriam ferimentos graves. Assume-se que aqueles que, por meio do *eCall* evitam ter ferimentos muito graves, teriam ferimentos graves. Para considerar a incerteza no impacto sobre ferimentos muito graves, calcula-se a fração custo-benefício tanto com quanto sem o efeito neles. Os ganhos econômicos são estimados com base nos custos estimados de acidentes por ferimento, tendo em vista os custos de acidentes imediatos, queda de produtividade e perda de qualidade de vida.

É previsto que o *eCall* será 100% confiável, isso quer dizer que as informações serão enviadas imediatamente de maneira completa e correta sobre todos os acidentes graves para a AMK e que não serão enviadas mensagens equivocadas sobre acidentes (que não aconteceram). Tais pressupostos não são totalmente realistas, mas podem ser atingidos por melhorias técnicas (Akella et al., 2003; Bachmann & Prezotti, 2001).

O impacto nos custos de filas é avaliado com base no estudo de Vägverket (2005). Com base nesta análise e em vista das diferenças no número de passageiros-km transportados na Suécia (EU Stat. Pocketbook) e na Noruega (Bil e Vei), calculou-se uma economia entre 2.346.462 e 4.692.923 NOK a cada ano. Entretanto, a análise realizada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Suécia é baseada em efeitos maiores do *eCall* do que naqueles pressupostos nessa análise. A relação de custo-benefício é calculada, por conta disso, tanto com quanto sem os custos reduzidos de filas.

Um efeito do benefício possível do *eCall* não considerado nesta análise é de que a notificação de acidentes mais rápida pode aumentar a probabilidade de que uma pessoa receba órgãos para transplante

em casos em que não há como evitar que o ferimento leve ao óbito (Bachmann & Prezotti, 2001).

Os custos são estimados como descritos anteriormente. No cálculo dos custos, tomou-se como base uma estimativa do número de veículos registrados de 1999 até 2004. A idade média dos veículos privados na Noruega era de 10 anos em 2004 (Bil e Vei, 2005). Estima-se que os custos da infraestrutura estejam entre 10.000 e 50.000 € ou entre 80.000 e 400.000 para cada AMK utilizada. Há 44 AMKs na Noruega em que a infraestrutura deve ser implementada. Estima-se que a durabilidade seja de 20 anos (Abele et al., 2004). Os custos com treinamento de pessoal a cada ano são entre 300 e 500 € (2400 até 4000 kr.) para cada um dos 60 empregados na central de socorros (Abele et al., 2004). Estima-se que há 4 empregados em cada AMK que necessitam de instrução a cada ano. Estimam-se que os custos para infraestrutura e treinamento totalizem 4.688.017 e 7.813.362 kr. por ano. Estes custos são iguais para todos os três cenários.

A relação custo-benefício para implementação do *eCall* na Noruega é calculada em três cenários:

- Implementação completa de 2007 até 2016: o *eCall* é equipado em todos os veículos na Noruega em 2007 e todos os veículos novos a partir do mesmo ano vêm equipados como padrão com o *eCall*.
- Implementação sucessiva de 2007 até 2016: *eCall* não equipado, mas vem em série em todos os novos veículos a partir de 2007. A taxa registrada de veículos com *eCall* é de 6,9% em 2007 e de 64,9% em 2016. O grau de implementação para todo o período é de 37,17%.
- Implementação sucessiva de 2017 até 2026: o *eCall* é equipamento em série em todos os veículos novos de 2017 até 2026. A percentagem de veículos registrados com *eCall* é de 71% em 2017 e 100% a partir de 2022. O grau de implementação para todo o período é de 91,72%

Para todos os cenários foram calculadas as estimativas máximas e mínimas para custos e benefícios potenciais do *eCall* (tabela 9.3.2). A taxa de juros considerada no cálculo é de 4,5% (Ministério dos Transportes, 2006).

Há uma grande variação nos resultados. O benefício socioeconômico pode ser entre 0,26 e 5,42 vezes maior do que os custos. A relação de custo-benefício é menor no cenário (1), com completa

TABELA 9.3.2: ANÁLISE DO CUSTO-BENEFÍCIO PARA O eCALL NA NORUEGA, ESTIMATIVA MÍNIMA E MÁXIMA DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO.

	Min.	Máx.
Cenário (1): Implementação total, de 2007 até 2016		
Redução de óbitos	0,26	1,30
Redução de óbitos e congestionamentos	0,26	1,31
Redução de óbitos e pessoas com ferimentos muito graves	0,33	1,66
Redução de óbitos, pessoas com ferimentos muito graves e congestionamentos	0,33	1,68
Cenário (2): Implementação sucessiva, de 2007 até 2016		
Redução de óbitos	0,39	1,95
Redução de óbitos e congestionamentos	0,39	1,95
Redução de óbitos e pessoas com ferimentos muito graves	0,49	2,49
Redução de óbitos, pessoas com ferimentos muito graves e congestionamentos	0,49	2,50
Cenário (3): Implementação sucessiva, de 2017 até 2026		
Redução de óbitos	0,84	4,22
Redução de óbitos e congestionamentos	0,84	4,23
Redução de óbitos e pessoas com ferimentos muito graves	1,07	5,41
Redução de óbitos, pessoas com ferimentos muito graves e congestionamentos	1,07	5,42

implementação a partir de 2007. Neste caso é mais provável que os custos sejam maiores que o benefício do que o contrário.

O impacto do *eCall* sobre as vítimas fatais deve-se às reduções no tempo de notificação, mas isso é apenas uma parte de todo o procedimento de socorros. A taxa de pacientes com trauma após acidentes de trânsito já tem diminuído consideravelmente nos últimos anos em razão de uma melhoria no diagnóstico e tratamento. De acordo com uma pesquisa com todos os acidentes com feridos nos EUA de 1984 até 1997 (Noland, 2003), as melhorias no padrão médico levaram a uma redução significativa do número de óbitos. Além disso, a efetividade do serviço de socorros, especialmente a escolha do local de tratamento e meio de transporte, é decisiva para a probabilidade de se sobreviver a um trauma. Morrisey et al. (1996) concluiu que as medidas que melhoram a eficácia do serviço de socorro podem ser mais eficazes em termos de custo que a notificação automática de acidente quando não se considera apenas os traumas dos acidentes de trânsito, mas também outros tipos de acidente.

Foram planejadas algumas modificações no serviço de notificação de emergência na Noruega que podem levar a uma alteração na relação de custo-benefício (Helse- og Omsorgsdepartementet, Høringsnotat – forskrift om medisinsk nødmeldetjeneste). Uma centralização e redução do número de AMKs levariam a custos reduzidos de infraestrutura. Isso

também pode levar a uma melhoria na efetividade e no tempo de resposta pré-hospitalares mais rápidos. Com isso, o benefício do *eCall* pode ser maior que o previsto nos cálculos. Por outro lado, outras medidas de segurança de trânsito que evitam acidentes graves em situações em que a notificação de acidente pode ser atrasada faz com que o benefício do *eCall* seja menor que o previsto.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A comissão da União Europeia trabalha em determinar um sistema de regras do *eCall* que englobe toda a Europa, com impacto para todos os veículos de passeio e de carga, conforme homologado após 2015.

Requisitos e procedimentos formais

A implementação de um sistema de notificação automática de acidentes exige que todos os veículos sejam equipados com o sistema *in-vehicle* e a instalação de uma infraestrutura correspondente para o serviço de socorros. A interligação dos equipamentos nos veículos ao serviço de socorros deve ser coordenada na Noruega. Além disso, a implementação do *eCall* deve estar interligada a um trabalho de cooperação internacional.

A montagem obrigatória do *eCall* em todos os veículos registrados ou importados para a Noruega deve exigir modificações na regulamentação dos veículos automotores. O Ministério de Justiça é responsável pela instalação da infraestrutura, além de organizar e treinar o serviço de socorros.

O registro e envio de informações por *eCall* faz necessário a identificação de informações privadas como o posicionamento (Austroads, 2004; Bachmann & Prezotti, 2001). Em casos em que o sistema não fornece nenhuma mensagem ou mensagens erradas, surgem perguntas sobre a responsabilidade e a exigência de indenizações do prejuízo (Bachmann & Prezotti, 2001).

Responsabilidade pela execução da medida

Na Noruega o projeto *eCall* é executado pelo Ministério das Comunicações dos Transporte, pelo Ministério da Saúde e pelo Ministério de Justiça. O Ministério de Saúde tem responsabilidade principal pela prontidão de emergência médica e pela deter-

minação de garantir a operacionalidade, qualidade e coordenação dos serviços que trabalharão de maneira padronizada no país. O Ministério desenvolveu regulamentos sobre o serviço de emergência médica.

As empresas de saúde regionais têm a responsabilidade em estabelecer um número de emergência (113), de estabelecer e operar as AMKs, de manter um plantão, disponibilizar o equipamento da comunicação e o serviço de ambulância. Cada corpo de bombeiros municipal tem a responsabilidade pelo número de emergência 110; enquanto a polícia, pelo número de emergência 112. Não foi determinado se a chamada *via eCall* na Noruega deverá ser fundamentalmente responsabilidade dos bombeiros, da polícia ou do sistema de saúde. Entretanto, está em curso um estudo de fusão das centrais com um número de emergência comum (112).

A implementação do *eCall* exigirá um trabalho em conjunto entre os produtores/subfornecedores de veículos, as companhias de seguro e possivelmente os operadores dos sistemas de comunicação via satélite (Lindholm, 2004).

REFERÊNCIAS

- Abele, J., Kerlen, C. & Krueger, S. (2005). *Exploratory study on the potential socio-economic impact of the introduction of intelligent safety systems in road vehicles (SEiSS)*. Teltow: VDI/VDE.
- Akella, M., Bang, C., Beutner, R., Delmelle, E. Batta, R., Blatt, A. Rogerson, P. & Wilson, G. (2003). Evaluating the reliability of automated collision notification systems. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 349-360.
- Auerbach, H., Schreyögg, J. & Busse, R. (2006). Cost-effectiveness of telemedical devices for preclinical traffic accident emergency rescue in Germany. *Technol Health Care*, **14**, 189-197.
- Austrroads (2004). *Automatic crash notification devices*. Sydney: Austrroads Inc.
- Bachmann, L.R. & Prezotti, G.R. (2001). *Automated collision notification (ACN). Field operational test evaluation report*. DOT HS 809 304.
- Baum, H. (1980). *Kosten-Nutzen-Analyse des Hubschrauber-Luftrettungssystems*. Allgemeine Deutsche Automobil Club, Deutschland.
- Baxt, W. G. & P. Moody. (1983). The impact of a rotorcraft aeromedical emergency care service on trauma mortality. *The Journal of the American Medical Association*, **249**, 3047-3051.
- Baxt, W. G. & P. Moody. (1987). The impact of advanced prehospital emergency care on the mortality of severely brain-injured patients. *The Journal of Trauma*, **27**, 365-369.
- Baxt, W.G., Moody, G., Cleveland, H.C. et al. (1985). Hospital-based rotorcraft aeromedical emergency care services and trauma mortality: a multicenter study. *Annals of Emergency Medicine* **14**:9, 859-864.
- Benger, J. (2000). A review of telemedicine in accident and emergency: the story so far. *J Accid Emerg Med*, **17**, 157-64.
- Bledsoe, B.E. (2003). EMS myth 6: Air medical helicopters save lives and are cost-effective. *Emergency Medical Services*, **32**, 88-90.
- Bledsoe, B.E., Wesley, A.K., Eckstein, M., Dunn, T.M., O'Keefe, M.F. (2006). Helicopter scene transport of trauma patients with non-life-threatening injuries: a meta-analysis. *Journal of Trauma*, **60**, 1265-1266.
- Boyd, C. R.; Corse, K. M. & R. C. Campbell. (1989). Emergency interhospital transport of the major trauma patient: Air versus ground. *The Journal of Trauma*, **29**, 789-793.
- Brathwaite, C.E.M., Rosko, M., McDowell, R. et al. (1998). A critical analysis of on-scene helicopter transport on survival in a statewide trauma system. *Journal of Trauma*, **45**, 140-144.
- Brodsky, H. & A. S. Hakkert. (1983). Highway fatal accidents and accessibility of emergency medical services. *Social Science and Medicine*, **17**, 731-740.
- Brodsky, H. (1993). The call for help after injury road accidents. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 123-130.
- BSD Consultants (1999). *An integrated system for early detection and response to remote-area road crashes feasibility study*. Prepared for Transport, Office of Road Safety, Western Australia, August 1999.
- Chamberlain D., Smith A., Woollard M., et al. (2002). Trials of teaching methods in basic life support (3): comparison of simulated CPR performance after first training and at 6 months, with a note on the value of re-training. *Resuscitation*, **53**, 179-187.
- Champion, H. R. (2005). *New tools to reduce deaths and disabilities by improving emergency care*. Paper Number 05-0191.
- Clark, D. E. & Cushing, B.M. (2002). Predicted effect of automatic crash notification on traffic mortality. *Accident Analysis and Prevention*, **34**, 507-513.
- Cone, D.C. & Wydro, G.C. (2001). Can basic life support personnel safely determine that advanced life support is not needed? *Prehospital Emergency Care*, **5**, 360-365.
- Culley, L.L., Henwood, D.K., Clark, J.J. et al., (1994). Increasing the efficiency of emergency medical services by using criteria based dispatch. *Ann Emerg Med*, **24**, 847-872.
- Cunningham, P., Rutledge, R., Baker, C.C. & Clancy, T.V. (1997). A comparison of the association of helicopter and ground ambulance transport with the outcome of injury in trauma patients transported from the scene. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, **43**, 940-946.
- Currell, R., Urquhart, C., Wainwright, P. & Lewis, R. (2009). *Telemedicine versus face to face patient care: effects on professional practise and health care outcomes (Review)*. The Cochrane collaboration. John Wiley & Sons Ltd.
- DiBartolomeo S., Sanson G., Nardi G., et al. (2001). Effects of 2 patterns of prehospital care on the outcome of patients with severe head injury. *Arch Surg*, **136**(11), 1293-1300.
- Elvik, R. (1996). *Nytte-kostnadsanalyse av redningshelikoptrene*. TØI-notat 1033. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Engdahl, J., Bång, A., Lindkvist, J. & Herlitz, J. (2001). Factors affecting short- and long-term prognosis among 1069 patients with out-of-hospital cardiac arrest and pulseless electrical activity. *Resuscitation*, **51**, 17-25.
- Ertl, L. & Christ, F. (2007). Significant improvement of the quality of bystander first aid using an expert system with a mobile multimedia device. *Resuscitation*, **74**, 286-295.
- eSafety Forum (2004). *Memorandum of understanding for realization of interoperable in-vehicle eCall*. Retrieved March 16 2006 from http://europa.eu.int/information_society/activities/esafety/doc/esafety_library/mou/invehicle_ecall_mou.pdf.
- EU Statistic Pocketbook (2003).
- Evanco, W. M. (1999). The potential impact of rural mayday systems on vehicular crash fatalities. *Accident Analysis and Prevention* **31**, 455-462.
- Feero, S., Hedges, J.R., Simmons, E. & Irwin, L. (1995). Does out-of-hospital EMS time affect trauma survival? *American Journal of Emergency Medicine*, **13**, 133-135.

- Folkestad, E.H., Gilbert, M. & Steen-Hansen, J.E. (2001). Nårdethaster – prehospitaleresponstideri Vestfold og Troms i 2001. *TidsskrNorLægeforen*, **3**, 324-328.
- Garrison, H.G., Gough, S.B., Swanson, M.S. & Cunningham, P.R.G. (2002). *The react project: Rural enhancement on access and care for traumata*. National Highway Traffic Safety Administration, U.S. DOT HS 809 521.
- Harboe, S., O. V. Eielsen, S. A. Hapnes, E. Søreide & H. Mikkelsen. (1985). Erfaringer med legebemannet helikopter ved Sentralsjukehuset i Rogaland. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*, **105**, 1863-1866,
- Heggestad, T. & Børsheim, K.Y. (2002). Accessibility and distribution of the Norwegian national air emergency service. *Air Med Journal*, **21**, 39-45.
- Heggestad, T. (1993). *Statens luftambulans - i hvilken retning? Nasjonale virksombetsdata for 1992, samt utviklingstrekk i 5-årsperioden 1988-1992*. Rapport STF81 A93028. SINTEF Norsk institutt for sykehusforskning, Trondheim.
- Henriksson, E., Öström, M. & Eriksson, A. (2001). Preventability of vehicle-related fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 467-475.
- Hotvedt, R., Kristiansen, I.S., Førde, O.H. et al. (1996). Which groups of patients benefit from helicopter evacuation? *The Lancet*, **347**, 1362-1366.
- Iiro, T.T., Laaksonen, M.L., Vahlberg, T.J. & Pälve, H.K. (2006). Effect of physician-staffed helicopter emergency medical service on blunt trauma patient survival and prehospital care. *European Journal of Emergency Medicine*, **13**, 335-339.
- Jokinen, R., Vanhanen, K., Ellmen, P., Eloranta, T., Weckström, M., Särkkä, S., Luoto, M. & Välikangas, J. (2005). end2end telematiikk apalvelun prototyypin. Helsinki: AINO julkaisut 15/2005
- Karper, S., Indrebø, T. & Hjort, P.F. (1991). Legeheliokopter i fjellbygder. Evaluering av ett års drift av Dombåsbasen. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*, **111**, 221-224.
- Larsen, A.V., Blikra, G., Grimeland, J. et al. (1981). *Evaluering av legebemannet luftambulansetjeneste*. Helsedirektoratet, Oslo.
- Liberman, M., Mulder, D., Lavoie et al. (2003). Multicenter Canadian study of prehospital trauma care. *Annals of Surgery*, **237**, 153-160.
- Liberman, M., Mulder, D., Sampalis, J. (2000). Advanced or basic life support for trauma: Meta-analysis and critical review of the literature. *Journal of Trauma*, **49**, 584-599.
- Lindholm, R. D. (2004). *A pan-european automatic emergency call (eCall)*. Ålborg University, dissertation.
- Magnus, A. K. & I. S. Kristiansen. (1992). Legeheliokopter og transport av pasienter med akutt hjerteinfarkt. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*, **112**, 512-514.
- Maio, R.F., Green, P.E., Becker, M.P. et al. (1992). Rural motor vehicle crash mortality: the role of crash severity and medical resources. *Accident Analysis and Prevention*, **24**, 631-642.
- Mäkelä, O. & Kärki, J.-L. (2004). *Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajonopeuksiin (The effect of road lighting on safety and speed)*. Tiehallinnon selvityksiä 18/2004.
- Mathews, K.A., Elcock, M.S. & Furyk, J.S. (2008). The use of telemedicine to aid in assessing patients prior to aeromedical retrieval to a tertiary referral centre. *J. Telemed Telecare*, **14**, 309-314.
- Morrisey, M.A., Ohsfeldt, R.L., Johnson, V. & Treat, R. (1996). Trauma patients: An analysis of rural ambulance trip reports. *Journal of Trauma: Injury, Infection and Critical Care*, **41**, 741-746.
- Muelleman, R.L., Wadman, M.C., Tran, T.P., Ullrich, F., Anderson, J.R. (2007). Rural Motor Vehicle Crash Risk of Death is Higher After Controlling for Injury Severity. *The Journal of Trauma*, **62**, 221-226.
- Murphy, J.G., Cayten, C.G., Stahl, W.M. & Glasser, M. (1993). Dual response run in prehospital trauma care. *Journal of Trauma*, **35**, 356-362.
- Nicholl, J. P.; Brazier, J. E. & N. R. Beeby. (1994). *The costs and effectiveness of the Cornwall and Isles of Scilly ambulance service helicopter unit. Final report to the DoH*. Medical Care Research Unit, University of Sheffield, Sheffield.
- Nicholl, J., Hughes, S., Dixon, S., Turner, J. & Yates, D. (1998). The costs and benefits of paramedic skills in prehospital trauma care. *Health Technology Assessment*, **2**(17).
- Nicholl, J.P., Brazier, J.E. & Snooks, H.A. (1995). Effects of London helicopter emergency medical service on survival after trauma. *British Medical Journal*, **311**, 217-222.
- Noland, R.B. (2003). Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 599-611.
- Norton, R., Wortman, E., Eastes, L. et al. (1996). Appropriate Helicopter Transport of Urban Trauma Patients. *Journal of Trauma*, **41**, 886-891.
- NOU (1998). *Hvis det baster...* Norges offentlige utredninger NOU 1998:9
- Oppe, S. & De Charro, F.T. (2001). The effect of medical care by a helicopter trauma team on the probability of survival and the quality of life of hospitalised victims. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 129-138.
- Rainer, T.H., Houlihan, K.P.G., Robertson, C.E. et al. (1997). An evaluation of paramedic activities in prehospital trauma care. *Injury*, **28**, 623-627.
- Regel, G., Stalp, M., Lehmann, U. & Seekamp, A. (1997). Prehospital care, importance of early intervention on outcome. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl*, **110**, 71-76.
- Roudsari, B., Nathens, A B., Cameron, P., Civil, I., Gruen, R.L., Koepsell, T.D., Lecky, F.E., Lefering, R.L., Liberman, M., Mock, C.N., Oestern, H.-J., Schildhauer, T.A., Waydhas, C. & Rivara, F.P. (2007). International comparison of prehospital trauma care systems. *Injury*, **38**, 993-1000.
- Samferdselsdepartementet (2006). Retningslinjer for brukavkalkulasjonsrenteittransportetateneog Avinor AS. ref. 05/2027-LE (27.02.2006).

- Sampalis, J.S., Lavoie, A., Williams, J.I. et al. (1993). Impact of on-site care, prehospital time, and level of in-hospital care on survival in severely injured patients. *Journal of Trauma*, **34**, 252-261.
- Samstad, H., Killi, M. & Hagman, R. (2005). *Nyttekostnadsanalyseittransportsektoren: parametre, enbetskostnaderogindekser*. TØI-rapport 797/2005.
- Schiller, W.R., Knox, R., Zinnecker, H. et al. (1988). Effect of helicopter transport of trauma victims on survival in an urban trauma center. *The Journal of Trauma*, **28**, 1127-1131.
- Schmidt, U., Frame, S.B., Nerlich, M.L. et al. (1992). On-scene helicopter transport of patients with multiple injuries - comparison of a German and an American system. *The Journal of Trauma*, **33**, 553-555.
- Schwartz, R. J.; Jacobs, L. M. & R. J. Juda. (1990). A comparison of ground paramedics and aeromedical treatment of severe blunt trauma patients. *Connecticut Medicine*, **54**, 660-662.
- Sethi, D.D., Kwan, I., Kelly, A.M., Roberts, I.G. & Bunn, F. (2009). *Advanced trauma life support training for ambulance crews (Review)*. The Cochrane Collaboration.
- Shepherd, M.V., Trethewy, C.E., Kennedy, J. & Davis, L. (2008). Helicopter use in rural trauma. *Emergency Medicine Australasia*, **20**, 494-499.
- Søreide, E., Sandstad, O., Buxrud, T. & Holme, J.A. (1985). Kritisk syke og skadde. En deskriptiv studie av pasienter behandlet og transportert av legebemannet ambulanshelikopter. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*, **105**, 1216-1219.
- Tiehallinto (2005). *Liikenneonnettomuudet yleisillä teillä 2004*. Helsinki: Tiehallinnon tilastoja 3/2005.
- Virtanen, N. (2005). Automaattisen hätäviestijärjestelmän vaikutukset onnettomuustilanteessa. Helsinki: AINO julkaisut 14/2005.

10.1 MEDIDAS ORGANIZACIONAIS

Capítulo revisado por Sunniva Frislid Meyer (TØI) em 2013

As medidas organizacionais poderiam melhorar a segurança viária, influenciando os recursos disponibilizados para fins de segurança viária, ou seja, como estes recursos são utilizados e se os objetivos de segurança são priorizados em relação a outros objetivos. O modo como as medidas organizacionais afetam a segurança viária ou a evolução dos acidentes geralmente não são documentados.

Problema e finalidades

A responsabilidade por formular e implementar medidas de segurança viária está segmentada entre inúmeros órgãos do estado, região e municípios. Esta descentralização da responsabilidade pode dificultar a implementação das medidas amplas de segurança cuja finalidade é que os benefícios das medidas sejam maximizados. Isso também pode comprometer os assuntos relacionados à segurança viária com outras áreas.

O Ministério dos Transportes, que possui responsabilidade geral por assuntos de segurança viária na Noruega, portanto, reforçou diversas vezes a ideia de que é necessária uma organização adequada no trabalho de segurança viária para prevenir e reduzir acidentes, com um esforço amplo e total reunindo as diferentes partes interessadas (Samferdselsdepartementet, Stortingsmelding nr. 16 2008-2009).

As medidas organizacionais têm a intenção de assegurar que haja recursos suficientes e disponíveis para fins de segurança viária, baseados nos objetivos e prioridades que as autoridades determinam, garantindo a mais eficaz utilização desses recursos por meio de funções e responsabilidades adequadas. Estas medidas devem, também, assegurar que as medidas de segurança viárias não sejam acidentalmente reduzidas por conta da divisão de ativi-

dades não muito clara entre agências do governo, organizações de trabalho inadequadas ou pela definição insatisfatória da responsabilidade pela segurança viária.

Descrição da medida

Por intermédio das medidas organizacionais mencionadas, observa-se um impacto nos interesses do governo, nas medidas de controle de tráfego, nos sistemas de alocação de recursos para a segurança viária e nas atividades e responsabilidades entre as autoridades públicas. As medidas organizacionais devem incluir a criação e a extinção de certos órgãos (escritórios, departamentos, etc.), além das novas atividades dos órgãos específicos, da mudança nos procedimentos para os planos de ação e da mudança das responsabilidades econômicas. As medidas a seguir envolvem:

- relações entre os interesses das autoridades públicas e controle sobre as medidas de segurança viária;
- sistemas para a alocação dos recursos públicos – estímulos e sistemas de sanções;
- responsabilidade pelos registros dos acidentes;
- responsabilidade pela iniciativa para as novas medidas – autoridades específicas de segurança viária;
- responsabilidade legal pelo projeto e manutenção das vias públicas;
- supervisão pelo estado;
- intercâmbio internacional de conhecimento;
- sistema político;
- integração da segurança viária.

Impacto sobre os acidentes

As medidas descritas neste capítulo raramente são investigadas nos termos empíricos em relação ao impacto sobre os acidentes. Isto é, geralmente tem-se uma descrição mais geral de como as medidas podem influenciar no número de acidentes.

A relação entre o interesse governamental e o controle sobre as medidas de segurança viária

O poder pode ser definido como um produto de interesse e de controle (Hernes, 1975). Os interesses referem-se aos diferentes níveis de interesse em vários resultados possíveis a partir de uma decisão. O controle significa a habilidade de aumentar a probabilidade de que resultados almejados possam ocorrer (Elvik, 1993E; 1993G).

Um problema que muitas pesquisas enfatizam (Trinca et al., 1988; Køltzow, 1990; 1993; Elvik, 1993A; 1993B) é que autoridades setoriais possuem pouco incentivo econômico direto para a melhoria da segurança viária. O benefício econômico de poucos acidentes visa primeiro à melhoria das vias, aos cuidados com elas, à saúde e o sistema de segurança social. Este benefício não aparece como forma de orçamento. No entanto, é no orçamento que se encontra a maior verba pública para aplicação nas medidas de segurança viária.

Este fato está demonstrado na tabela 10.1.1, que mostra o quanto custa um acidente e o custo das medidas de segurança viária que é dividido entre os diversos setores da sociedade. A tabela foi preparada pela compilação de informações de recursos múltiplos (Veisten et al., 2010; OECD funding questionnaire 2005). Os custos com os acidentes de tráfego incluem tanto acidentes com feridos quanto acidentes envolvendo danos materiais e ambos possuem um custo equiparável ao valor do bem-estar. Assume-se a perda de bem-estar como um custo para os usuários da via. O custo público dos acidentes consiste em custos com saúde, despesas com bem-estar e perda de renda por meio de prejuízos fiscais (devido ao absenteísmo, etc). A maior parte dos custos das medidas públicas são os custos de construção e manutenção das vias. Os valores da tabela não devem ser interpretados como cálculos exatos. Eles, no entanto, dão uma impressão da distribuição aproximada entre os níveis de governo e

os diversos setores. Os valores estão expressos nos preços de 2009.

Se as autoridades observarem os vários orçamentos separadamente, a distribuição dos custos e benefícios, conforme mostrado na tabela 10.1.1, resultaria em que as medidas de segurança viária poderiam não ser consideradas rentáveis pelo impacto das receitas e despesas do governo. Elvik (1993F), portanto, propõe a modificação do uso de recursos compartilhados, de modo que a autoridade viária pague pelos custos com acidentes públicos utilizando seu orçamento. Não está documentado quais consequências a priorização de tráfego teria no orçamento público na prática.

Os sistemas de recursos de alocação pública – estímulos e sistemas de sanções

O orçamento público será determinado de tal modo que se possa obter o máximo de benefício destas medidas, financiadas por esses orçamentos. Na Noruega tem-se sido discutido este assunto sobre como os fundos do Estado dividem-se entre as regiões em relação aos investimentos viários. A distribuição, que foi estabelecida pela criação do projeto de Vias Norueguesas nos anos 1960, posteriormente mostrou-se muito estável (Bjørnland, 1989; Elvik, 1993A, 1995). A distribuição dos recursos é, no entanto, limitada diante da viabilidade econômica (Killi e Ryntveit, 1996). Elvik (1995) mostrou que a distribuição regional dos fundos viários pode ser explicada de duas maneiras: um modelo de equilíbrio teórico, em que se assumiu que as regiões formavam coalizões informais para assegurar uma distribuição benéfica para a maioria das regiões, e um modelo técnico viário, em que os fundos de investimentos são distribuídos depois de estabelecidos os critérios para as vias baseados em uma meta que visa atingir um padrão mínimo para elas em todas as regiões. Um novo modelo econômico, em que a distribuição é resultante de avaliações de viabilidade econômica,

TABELA 10.1.1: A DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DOS ACIDENTES ANUAIS E OS CUSTOS PARA MEDIDAS DE SEGURANÇA VIÁRIA ENTRE OS SETORES DA SOCIEDADE (milhões de NOK, preços de 2009).

Setor comunitário	Custos com os acidentes	Custos das medidas
Saúde e segurança social	4.200	
Justiça e polícia	200	670
Setor rodoviário		4.080
Outros setores	-2.110	1.000
Usuários da via	26.670	3.000
Soma	33.180	8.750

recebe pouco apoio (Elvik, 1995). Na prática, isso significa que a escassez dos recursos públicos para reparos de trechos perigosos de vias é um problema maior para algumas regiões do que para outras. A redistribuição dos recursos entre as regiões pode, a princípio, possibilitar o alcance de melhores benefícios dos recursos.

Na Noruega o princípio da igualdade de distribuição de recursos entre as regiões geográficas tem forte concorrência com o princípio da utilização dos recursos escassos onde eles são mais eficientes do ponto de vista de custo-benefício. Elvik (2009) mostra, por meio de um modelo teórico, que as áreas mais densamente povoadas e as cidades mais abastadas recebem medidas da segurança que estariam mais dispersas do que as análises de custo-benefício indicariam (Elvik, 2009).

Um problema que muitos países experimentaram é que as autoridades locais nem sempre cumprem com as ordens das autoridades nacionais de priorizar medidas de segurança viária. Nos EUA, o governo federal tentou resolver este problema por meio de ameaças a estados que não cumpriam as políticas nacionais em relação aos recursos destinados à segurança viária (Campbell, 1991). A experiência com estes sistemas de sanções possuem resultados diferentes. Por volta de 1970, o governo federal dos EUA forçou os Estados a adotarem o uso obrigatório de capacetes para a condução de motocicletas. Houve uma poderosa oposição à medida, o que levou o governo federal a desistir dessa política em 1976. O resultado foi que cerca de metade dos estados revogaram a liminar sobre a obrigatoriedade do capacete. O limite de velocidade nacional de 55 mph (88 km/h), introduzido nos EUA no início de 1974 para economizar combustível, sofreu destino semelhante. As autoridades federais ameaçaram os estados que não tinham estabelecido um limite de velocidade reter 10% de seus recursos para questões viárias. Quando o assunto foi trazido à tona na primavera de 1987, o governo federal perdeu e o limite de velocidade foi, pela primeira vez, aumentado para 65 mph. Mais tarde, o limite de velocidade nos EUA foi completamente revogado. Em outros casos, no entanto, o governo federal dos EUA saiu-se melhor ao pressionar os estados (Campbell, 1991). Os estados foram, por exemplo, pressionados a estabelecer uma lei para subir o limite de idade de 18 para 21 anos em que os condutores estariam totalmente habilitados; alguns estados, ainda que relutantes, adotaram a lei. Também ocorreu de o governo federal nos EUA pressionar alguns estados para adotarem o uso obrigatório do cinto de segurança.

Responsabilidade pelo registro de acidentes

Os registros de acidentes são um pré-requisito para obter conhecimentos sobre os assuntos de segurança viária (ver Parte I deste Manual). O Escritório Central de Estatística da Noruega realiza estudos sobre todas as vias públicas, não tendo responsabilidade pelo uso das mesmas. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega possui um registro para todas as rodovias nacionais, bem como as rodovias regionais, vias municipais e outras vias privadas. Diversos estudos indicam que uma minoria dos municípios possui algum tipo de registro sistemático de acidentes no sistema viário sob sua responsabilidade (Frøyland, 1980; Kolbenstvedt, 1986; Christensen, 1988; Kolbenstvedt e Strand, 1988A; 1988B). Poucos municípios disponibilizam um funcionário em tempo integral para trabalhar com a segurança viária. Isso pode, portanto, dificultar uma organização adequada de registros de acidentes.

Durante os últimos 10 anos, os registros de acidentes graves aumentaram em escopo e precisão. Em 2005 a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega conduziu análises abrangentes de todos os acidentes fatais nas vias norueguesas. Para isto, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega criou um grupo de análise de acidentes por região e coletou seus relatórios anualmente. No mesmo ano, o Quadro de Investigação de Acidentes da Noruega expandiu criando um novo departamento viário. A missão do departamento é “examinar os acidentes de trânsito individualmente a fim de identificar as causas e projetar recomendações baseadas nessas investigações” (Elvebakk, 2010). A polícia e a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega devem notificar o Quadro de Investigação de Acidentes da Noruega sobre os acidentes ocorridos em túneis envolvendo ônibus ou veículos de massa total de 7,5 toneladas, incluindo os veículos que transportam cargas perigosas ou outros envolvidos em acidentes graves. O Quadro de Investigação de Acidentes escolhe quais acidentes serão analisados, e todos os relatórios examinados até 2010 envolviam veículos pesados (Elvebakk, 2010). Na maioria dos outros países, as comissões de investigação de acidentes não investigam acidentes sem mortes. As exceções incluem o Quadro de Segurança dos Transportes nos Países Baixos, o Quadro de Investigações de Acidentes na Finlândia, o Quadro de Investigação de Acidentes na Suécia e o Quadro de Segurança Nacional de Transportes nos EUA; contudo, assim como na Noruega, não se examinam acidentes específicos, mas sim todos os acidentes viários (Elvebakk, 2010).

Resumidamente, há um registro e uma análise dos acidentes graves que têm sido amplamente aperfeiçoados nos últimos 10 anos. No entanto, isso não ocorreu com os acidentes leves. Não foi investigado se esse fato impactou os acidentes.

A responsabilidade pela iniciativa por novas medidas – autoridades específicas da segurança viária

Nenhuma agência governamental possui responsabilidade legal por propor ou desenvolver novas medidas de segurança viária. Regionalmente, a responsabilidade pela segurança viária é do Conselho Regional, o que pode ser interpretado como um controle regional sobre a responsabilidade pelas medidas de segurança viária. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tem a responsabilidade correspondente por medidas de segurança viária nacionais, como, por exemplo, os regulamentos de formação de condutores, a regulamentação dos veículos, alterações na legislação, etc.

A responsabilidade pela segurança viária está dividida entre os vários níveis de administração. As autoridades criaram uma coordenação a partir da Direção Viária, além da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega em geral (Køltzow, 1990, 1993). Diversos países, incluindo os EUA e a Suécia, têm ou têm tido essas diretorias (Administração Nacional de Segurança de Tráfego Rodoviário nos EUA, criada em 1966; Agência de Segurança Viária na Suécia, inaugurada em 1967 e desativada em 1993; Administração da Segurança dos Transportes Terrestres da Nova Zelândia).

Não há evidências de que os países que criaram essas autoridades de tráfego ao longo do tempo tenham melhorado a segurança mais que os países que não estabeleceram suas próprias autoridades de segurança viária. Elvik (1993B) comparou a mudança no número de fatalidades no tráfego em cinco países durante os períodos entre 1966-1970 e 1966-1990, e os países que possuem uma diretoria de segurança viária não tiveram o número de mortos reduzido em maior escala do que aqueles sem diretoria (a mudança no número de fatalidade em parênteses):

- países que tinham uma diretoria nacional de segurança viária: EUA (-16%), Suécia (-34%);
- países que não tinham uma diretoria nacional de segurança viária: Dinamarca (-38%), Finlândia (-36%), Noruega (-21%).

Responsabilidade legal pelo projeto de manutenção das vias públicas

O código viário é uma responsabilidade legal que evita acidentes inicialmente relacionados aos usuários da via por meio de regras, que todos devem respeitar para não causar danos ou perigos (vegtrafikkloven § 3). Em muitos outros países, incluindo os EUA, as autoridades públicas, principalmente as autoridades viárias, têm a responsabilidade legal de manter as vias em segurança. Na Noruega as autoridades viárias só assumem legalmente a responsabilidade por acidentes de trânsito quando for demonstrado que a causa foi por negligência relacionada à via.

As regras dos EUA implicam que as autoridades viárias devem ser responsabilizadas por danos causados ou agravados por projetos ou manutenções inadequadas de vias (Baldwin, 1980). Como exemplo, as regras viárias dizem qual deve ser o tamanho das barreiras de segurança a serem instaladas. Em acidentes onde for constatado que as proteções são muito baixas, pela lei dos EUA a autoridade viária é responsabilizada por qualquer dano ocorrido ou agravado por esta razão (veículos que foram jogados sobre o guardrail, por exemplo, em vez de terem sido contidos por ele).

Esta responsabilidade funciona para as autoridades viárias como um incentivo financeiro para manter as vias em segurança (Baldwin, 1980). O esquema também pode ter aspectos indesejáveis. Nos EUA a responsabilidade pela administração pública das vias é definida claramente, sendo que qualquer trabalho de reparo pode ser interpretado como uma admissão indireta onde a via não estava suficientemente segura (Baldwin, 1980). Isso, por sua vez, pode levar as autoridades viárias a se abster desses trabalhos de reparo. Esse fato pode, também, resultar no julgamento da segurança viária por um critério puramente formal, tal como indagar se os padrões viários estão em conformidade com as normas viárias e sujeitos ao risco de acidentes (Hauer, 1993).

Supervisão pelo estado

A partir de 1980, as agências de administração norueguesas tornaram-se mais especializadas e foram criados novos órgãos administrativos, responsáveis por conduzir as inspeções e supervisões no setor. A justificativa para estes novos órgãos era a crença de que eles possibilitariam uma supervisão de modo mais amplo (Christensen et al., 2002). A comissão foi nomeada pelo governo em 2009 e estabelecia

uma supervisão independente no setor viário (Trygg Trafikk, 2010). Portanto, em 2012 iniciou-se a atividade visando supervisionar a infraestrutura viária. As autoridades viárias estabeleceram uma unidade na Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega diretamente subordinada ao Ministério dos Transportes, garantindo sistemas administrativos mais adequados e efetivos, além de um sistema de fiscalização que garante o cumprimento das exigências de segurança (Samferdselsdepartementet, 2010). As autoridades geralmente não acompanham os incidentes individuais, que ficam a cargo da polícia, do Quadro de Investigação de Acidentes e das autoridades viárias locais (Samferdselsdepartementet, 2010). O documento NOU 2009:3 descreve a supervisão do setor viário países comparáveis.

Na Suécia foi inaugurada em 2009 uma Agência de Transportes responsável pela supervisão de todo o setor de transportes. A Agência de Transportes não foi encarregada de supervisionar a infraestrutura atual; porém, a Suécia introduziu uma nova exigência sobre a construção e administração das vias, de modo que os danos possam ser evitados e as exigências, monitoradas pelas autoridades (NOU, 2009). O Ministério do transporte holandês e a Inspeção Hídrica e Inspeção do Trabalho (IVW) são responsáveis pelas vias, hidrovias, aviação e ferrovias, porém só possuem responsabilidade pela supervisão de tráfego e dos serviços de táxi no setor viário. Nos Países Baixos, em outras palavras, não há uma separação das organizações supervisoras que fiscalizam o proprietário da via e a infraestrutura viária. Nem na Grã-Bretanha ou na Nova Zelândia existem organizações separadas para a supervisão do setor viário.

Apesar de a supervisão das vias ser uma medida relativamente nova, não foram documentadas quais seriam suas consequências práticas para a segurança viária.

Intercâmbio internacional de conhecimento

Os fóruns de cooperação internacionais, em que são trocadas experiências sobre a segurança viária entre países, podem colaborar para melhorias na segurança viária nos países participantes. Já, de acordo com o Tratado de Helsinque de 1962, declara-se que os países nórdicos deveriam coordenar esforços a fim de melhorar a segurança viária. A Noruega também assinou um acordo de cooperação com a intenção de ajudar os outros países em seus trabalhos de segurança viária. A Noruega, por exemplo, assinou

em 2007 um acordo com a Lituânia para uma maior cooperação entre os países envolvidos no programa de transporte. A Noruega auxiliará principalmente a Lituânia a desenvolver um plano de segurança viária de longo prazo por meio de uma assistência que desenvolva medidas específicas para a segurança viária (Samferdselsdepartementet, 2007). Outras agências relacionadas também devem cooperar com as agências semelhantes em outros países. Por exemplo, as autoridades policiais adquirem experiências com a TISPOL (Rede Europeia de Trânsito) e da SANT Samarbeidsorgan Angående Nordiske Trafikkspørsmål; Politiet, 2010). Os impactos deste intercâmbio internacional nos acidentes não foram documentados.

Sistema político

O termo “sistema político” é utilizado para descrever novas formas de governança fora do controle do governo, o que envolve tanto os atores federais e estaduais como os privados (Pappi e Henning, 1998). O sistema político tem como finalidade coordenar os indivíduos para que alcancem uma melhor consecução dos objetivos, a fim de implementar medidas mais apropriadas (Tonnesen, 2012). O projeto “Segurança no trânsito nas escolas” é um exemplo de que o sistema político trabalha pela segurança viária. O Fórum de prevenção a lesões está liderando o projeto e trabalha com parceiros que inclui o Tráfego Seguro, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e as escolas primárias norueguesas. O objetivo do projeto era aumentar a educação de tráfego nas escolas primárias (Skadeforbyggende forum, 2012).

Outro exemplo é o sistema de ciclovias (2012), que trabalha para aumentar a competência em relação à facilitação do ciclismo em municípios da Noruega. A Associação Nacional de Vias e Ciclistas opera uma rede que conta com 97 membros, dos quais 78 são municípios, 14 são regiões e 5 são escritórios regionais da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Sykkelbynettverket, 2012).

O projeto do túnel ferroviário de Gevingåsen é uma colaboração entre a comunidade, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, a polícia e a ferrovia nacional, que produziram soluções para o tráfego ante os desafios surgidos em conexão com o desenvolvimento de túneis ferroviários. Essas soluções tiveram especialmente como

intenção zelar pelos usuários mais jovens da via em determinada área (Herjaune, 2009).

Integração da segurança no trânsito

Qualquer mudança na infraestrutura deve ser considerada no sentido de como essas alterações impactam a segurança viária. Se as condições de segurança viária são levadas em conta já na fase de elaboração do projeto, é mais fácil e mais barato para as autoridades construir uma infraestrutura segura. Portanto, também é relevante considerar como a segurança viária será integrada a uma organização. De acordo com Olsen et al. a segurança viária em uma organização pode ser dissociada (coordenadores de trânsito ou outra equipe com competências na segurança viária têm pouco contato com o resto da organização, bem como pouca influência e impacto), ou pode existir um maior contato entre os responsáveis pela segurança viária e outros recursos; todos os envolvidos esforçam-se em resguardar a segurança viária, independente de terem a responsabilidade pela segurança viária definida. Além disso, aqueles com responsabilidade sobre a segurança viária possuem grande poder de influência e impacto (Olsen et al., 2006).

Olsen et al. (2006) mostram que as unidades regionais da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega agem como um “vírus” na segurança viária, enfatizando a coordenação e a especialização da segurança, fazendo com a sua equipe se preocupe com a segurança viária. Mas se não for assim, é necessário haver uma coordenação de segurança viária forte. Uma organização que tanto constrói conhecimentos sobre segurança viária entre todos os colaboradores como tem bons mecanismos de coordenação provavelmente terá maior impacto na segurança viária (Olsen et al., 2006).

Impacto na mobilidade

Uma melhor mobilidade é a principal finalidade para a maioria das medidas de construção das vias. O padrão e a responsabilidade organizacional atual do setor viário são possivelmente mais bem adaptados a este fim que à finalidade de melhorar a segurança viária. Qualquer reorganização deve levar em consideração todos os objetivos das autoridades. As medidas organizacionais são discutidas antes de serem selecionadas, sendo também avaliadas com base em seus impactos antecipados na segurança viária. Seu potencial impacto na mobilidade não é considerado.

Impacto no meio ambiente

Os impactos das medidas organizacionais no meio ambiente estão descritos no iltakskatalog.no.

Custos

Os custos diretos associados às medidas organizacionais são praticamente desconhecidos. O planejamento acontece com a extensa participação das partes afetadas, sendo provavelmente mais caro do que o planejamento tradicional. O custo adicional é desconhecido, mas em muitos casos ele será superado por medidas mais fáceis de serem implementadas.

Considera-se que a introdução de um regime em que a autoridade viária pode ser responsabilizada por erros ou defeitos no projeto e pela manutenção das vias aumentará a manutenção das vias e resultará no aumento dos gastos da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega devido aos acidentes. Hoje estão incluídas neste pagamento apenas a substituição de trilhos e placas danificadas e eventuais reparações de danos à via. Quanto este gasto aumentará é difícil dizer. Socioeconomicamente, o esquema poderia proporcionar economia devido à motivação da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega de programar e implantar melhorias efetivas.

Avaliações de custo-benefício

É muito difícil julgar o valor das avaliações de custo-benefício das medidas organizacionais. Se as medidas conduzem a uma utilização mais eficiente das propostas de segurança viária, o valor do custo-benefício será bastante alto. Considerando-se que as medidas não surtem efeito, há, no entanto, risco de que elas somente impuseram custos que poderiam ter sido evitados.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

Nos estados, é a Administração de Agências Públicas e do Governo (DIFI) que assume a responsabilidade pelas medidas organizacionais que podem ser eficazes para a administração pública.

Requisitos e procedimentos formais

A reorganização impacta todos os funcionários de todos os órgãos que estão sendo reorganizados. Para a reorganização exige-se um envolvimento de todos em todos os níveis. Desse modo, o grupo é informado sobre a reorganização e recebe todo o apoio para as mudanças. As exigências formais também podem estender-se para legislações mais gerais como, por exemplo, da administração pública.

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega foi reorganizada de 1994 a 1995 como resultado de um relatório público sobre um novo sistema de gestão abrangente para a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (NOU 1993:23). As reorganizações posteriores foram em 2003 e 2010. A reorganização em 2010 foi uma consequência direta da reforma da gestão, o que levou a um total de 17.100 km de vias cuja responsabilidade foi transferida do estado para os municípios.

Responsabilidade pela execução da medida

A implementação da reorganização depende dos órgãos que são impactados por ela.

10.2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS

Capítulo de 1997, parcialmente revisado por Alena Høye e Rune Elvik (TØI) em 2011

Problema e finalidades

O conhecimento adequado a respeito de como os acidentes ocorrem no tráfego, quando e onde ocorrem, que grupos de usuários da via estão envolvidos, os fatores que contribuem e as medidas que podem reduzir o número de acidentes ou o nível de danos dos acidentes ocorridos são pré-condições necessárias para reduzir o número de acidentes. Também é útil saber como as pessoas percebem as vantagens e desvantagens das várias medidas de segurança nas vias para seu melhor planejamento e priorização.

A falta de conhecimento sobre o número de acidentes, as características dos acidentes, as possíveis medidas preventivas e o impacto das medidas é analisada a fim de reduzir o número dos acidentes. A finalidade das informações técnicas é prover às

autoridades e aos demais responsáveis pelas medidas de segurança viária as melhores possibilidades de conhecimento sobre o número de acidentes, as características dos acidentes e os impactos das medidas de segurança viária, que incluem os custos das medidas prioritárias, assim como evitar prioridades mal concebidas.

Descrição da medida

Com as informações técnicas, têm-se as informações publicamente disponíveis para as autoridades e os profissionais que trabalham com segurança viária, como:

- número de acidentes no trânsito e as características dos acidentes;
- possibilidades de projetos de segurança viária e seus impactos;
- normas e requisitos para as várias medidas técnicas;
- custos por medida;
- métodos formais de priorização de medidas;
- percepção da população sobre diversas medidas.

As informações técnicas estão disponíveis atualmente em diferentes fontes. As principais fontes de informação técnica sobre segurança viária são:

- revistas, relatórios de pesquisa e outras publicações científicas;
- livros publicados pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega;
- relatórios de acidentes e outros registros;
- artigos publicados e literatura.

Os principais periódicos noruegueses sobre segurança viária são: Samferdsel, Trafikkenog Vi, Trafikkskolen, Vegenog Vi e Våreveger. Somente o Trafikken og Vi cobre somente a segurança viária. Os demais periódicos cobrem assuntos tanto a respeito das vias quanto a respeito dos transportes em geral.

Os periódicos estrangeiros que abordam a questão da segurança viária, entre outros assuntos, são: Accident Analysis and Prevention, Dansk Vejtidskrift, Journal of Safety Research, Safety Science, Transportation Research (Part A até F), Transportation Research Recorde Zeitschrift für Verkehrssicherheit. Estas publicações estão mais voltadas à pesquisa científica e contêm, acima de tudo, informações sobre os resultados de medidas implantadas.

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e suas diversas séries de manuais contêm regulamentos, diretrizes, padrões de vias, informações sobre as vias, manuais e livros didáticos com uma variedade de tópicos relacionados ao trabalho da Agência. Também estão disponíveis livros publicados eletronicamente no site da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (<http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>).

Os relatórios de pesquisa sobre segurança viária da Noruega incluem o Instituto de Economia dos Transportes, SINTEF e esporadicamente outros institutos e organizações.

As bibliotecas especiais contêm literatura sobre segurança viária no TØI, na Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia (NTNU) e na Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. Bibliografia com pesquisas internacionais pode ser encontrada na ISI Web e Knowledge, TRIS, administradas pela Diretoria de Transportes dos Estados Unidos, sendo a Sciencedirect administrada pela Elsevier e a PubMed administrada pela NCBI nos EUA.

Há duas publicações disponíveis na Noruega sobre acidentes de trânsito nas vias. O registro mais antigo e mais amplamente usado é o do Escritório Central de Estatística da Noruega de acidentes com feridos notificados pela polícia. A partir de 1993, os registros da Associação de Segurança Norueguesa TRAST passam a funcionar como um registro comum para as seguradoras. Além disso, o antigo Instituto Nacional Público (SIFF) mantinha um registro próprio de acidentes com vítimas em quatro hospitais e clínicas médicas. O Registro de acidentes com vítimas funcionou no período de 1990 a 2002, e os grupos de análise de acidentes (UAG) da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega têm, desde 2005, coletado informações sistemáticas sobre fatalidades em acidentes de trânsito. As informações são compiladas num banco de dados (que não fica disponível para o público) e são resumidas em relatórios públicos anuais.

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega compila as informações sobre as vias estaduais, municipais, privadas, regionais e florestais em um Banco de Dados Nacional. O Banco de Dados Nacional da Agência contém informações sobre, entre outras, temperatura, trânsito, acidentes e condições ambientais e ele pode ser utilizado

para diferentes aplicativos de clientes como planejamento, administração, operações, estatísticas e condições viárias. Um exemplo de um aplicativo de um cliente é o Visveg, um localizador de rotas que a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega disponibiliza pela internet.

Impacto sobre os acidentes

Não há nenhuma relação entre o fornecimento de informações técnicas e o número de acidentes. Informações técnicas melhores possibilitam planejar medidas de segurança nas vias com uma base científica melhor. A possibilidade de implementar estas medidas, no entanto, também depende dos objetivos estabelecidos pelas autoridades de segurança viária. As informações técnicas são, então, necessárias, mas não são suficientes para a redução do número dos acidentes.

O acesso e a qualidade dos dados em relação aos acidentes: o acesso aos dados dos acidentes é um pré-requisito para a avaliação dos impactos nas medidas de segurança viária. O conhecimento sobre o impacto das medidas é uma base importante para a sua implementação. Na Noruega a fonte mais comum de dados sobre os acidentes é o registro oficial de acidentes. Sabe-se que o sistema atual está longe de registrar todos os acidentes envolvendo feridos (ver Parte I deste Manual). Não é possível quantificar até que ponto o uso de dados ou a qualidade de dados sobre acidentes pode ajudar a reduzir o número de acidentes.

O conhecimento sobre a segurança viária e as prioridades daqueles que têm poder de decisão: foram realizados diversos estudos sobre o conhecimento sobre segurança viária dos tomadores de decisão e os tipos de medida que os legisladores ou estrategistas políticos querem priorizar.

Uma pesquisa com 387 políticos e líderes administrativos nas municipalidades de Østfold (Kolbenstedt e Strand 1988A, 1988B) mostrou que o conhecimento dos administradores sobre os acidentes em geral e sobre padrões de acidentes no município era inconclusivo. Não obstante, foi apontado que 69% dos administradores das vias dentro do município tinham um nível de conhecimento considerado bom.

Uma pesquisa entrevistou 30 líderes de segurança viária nacional e regionalmente (Køltzow 1990,

1993). Ela mostrou que os tomadores de decisões políticas tinham bom conhecimento sobre quais medidas eram efetivas.

Uma análise sobre os impactos de uma pesquisa de segurança viária feita na Suécia de 1971 a 2004 (Kolbenstvedt et al., 2007) mostrou que as medidas se baseiam amplamente nas Pesquisas sobre Segurança, que reduziram o número de fatalidades em 96 pessoas ao ano. Em projetos para os quais as pesquisas contribuíram, o número de fatalidades diminuiu em 385. Estima-se que os fatores que não foram influenciados pelas pesquisas contribuíram para uma redução anual de 70 vítimas fatais.

A relação entre as informações sobre os impactos das medidas e a política de utilização destas medidas:

uma pesquisa americana mostrou que as informações sobre segurança viária afetam a atitude em relação à implementação de medidas. Runyan e Earp (1985) mostraram que os estudantes que receberam informações sobre os impactos do uso do cinto de segurança concordaram em maior escala com o uso obrigatório do cinto (60%) do que aqueles que não receberam as informações (22%). Slovic, Fischhoff e Lichtenstein (1978) mostraram que o modo como as informações são apresentadas também influi na atitude para com as medidas. Entre os indivíduos que foram informados de que a probabilidade de ser morto a cada viagem é de 0,000000286 (1 a cada 3,5 milhões), 54% concordaram com a imposição do uso do cinto de segurança. Entre os indivíduos que foram informados de que a probabilidade de serem mortos no tráfego é de aproximadamente 0,01 (1 a cada 100) 78% ficaram a favor da imposição do uso do cinto de segurança.

A percepção dos tomadores de decisão sobre a atitude da população para com as medidas:

uma pesquisa conduzida pela Associação Corporativa dos Transportes Noruegueses (Stangeby, 1994) comparou a atitude dos políticos municipais para com as várias medidas pela redução do congestionamento na cidade, sendo que a população teve a mesma atitude para com as medidas. No entanto, a percepção dos políticos com relação a essa atitude foi de que a maioria das pessoas tinha restrições em relação às medidas. Os resultados mostraram que os políticos apoiam em grande parte as medidas restritivas; porém, eles não acreditam que a maioria da população cumprirá com tais medidas. No entanto, há uma porcentagem muito maior de pessoas que optam por medidas restritivas do que os políticos imaginam. Caso os políticos percebam

uma má receptividade da população em relação às diferentes medidas, eles podem desistir de implementá-las por acreditarem que elas não serão seguidas, quando na verdade elas seriam amplamente cumpridas.

O uso de métodos formais pelos tomadores de decisão para priorizar as medidas: a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega investiu seus esforços intensivamente no desenvolvimento de dados e métodos de análise de custo-benefício relacionados às medidas do sistema viário. A metodologia descrita pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega no manual 140 está relacionada às avaliações e à aplicação das avaliações. Foi feita uma análise sobre o custo-benefício de todos os maiores investimentos realizados nas vias.

Alguns estudos (Odeck 1991, 1996; Elvik 1993, 1995; Fridstrøm e Elvik 1995; Nyborg e Spangen 1996) mostram que as prioridades reais dos investimentos nas vias se baseiam de alguma forma nas análises de custo-benefício. Entre as possíveis explicações para a pouca ênfase nos resultados da análise de custo-benefício, tem-se que muitos acreditam que as análises não capturem todos os impactos relevantes com relação aos investimentos das vias, vendo-as com ceticismo como avaliação econômica de alguns impactos. Entrevistas com membros da Comissão dos Transportes do Parlamento (nas eleições de 1990 a 1993) mostram que a atitude para com as análises de custo-benefício segue um eixo direito-esquerda. A atitude sobre as análises é mais positiva entre os políticos de direita (Nyborg e Spangen, 1996).

Impacto na mobilidade

Não foi documentado nenhum impacto na mobilidade em relação às informações técnicas sobre a segurança viária. Uma vez que essas informações têm a finalidade de priorizar o tráfego, mesmo que relacionado a outros objetivos, pode-se indiretamente apontar um impacto entre a mobilidade e a segurança viária.

Impacto no meio ambiente

Não foi documentado nenhum impacto no meio ambiente a partir de informações técnicas sobre a segurança viária.

Custos

Há pouca informação sobre os custos das informações técnicas relacionadas à segurança viária. Em 1997 os custos com a pesquisa em segurança nas vias foram estimados em aproximadamente NOK 10 milhões ao ano (soma de todas as instituições norueguesas e consultorias engajadas nessa pesquisa). A maior parte dessas pesquisas é encomendada e financiada pelo setor público. Os custos com a publicação dos periódicos especializados foram de NOK 5 milhões ao ano. Essas pesquisas são financiadas por assinaturas e publicidade. Os custos para o trabalho da série de manuais da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega não são conhecidos, mas o principal trabalho de revisão sobre a padronização das vias e o manual de avaliação dos impactos podem ter um custo anual da ordem de NOK 5,1 milhões. Os custos com a operação dos registros de vários acidentes também são desconhecidos. Considera-se que, com a inclusão das despesas com registros de acidentes individuais, os custos provavelmente cheguem a vários milhões ao ano.

Avaliações de custo-benefício

Não há análise de custo benefício sobre as informações técnicas no que se refere à segurança viária. Em 1997 os gastos correspondentes a essas informações na Noruega equivaleram a algo entre 10 a 20 relatórios policiais sobre acidentes com feridos ao ano. É provável que uma utilização racional das informações técnicas em segurança viária coíba este tipo de acidente todos os anos.

Na Suécia estima-se que os dados sobre pesquisas viárias e medidas de segurança sejam em torno de 481 vidas salvas ao ano. Isso representa um benefício socioeconômico de SEK 8,4 bilhões. O benefício

de longe excede o financiamento VINNOVA e seus predecessores e o PFF entre os anos de 1974 a 2004, que, juntos, alocaram em torno de SEK 0,44 bilhão. O benefício também é maior do que os custos de cerca de SEK 200 milhões. Os benefícios para acidentes com feridos são maiores. O benefício e os custos com as pesquisas são baseados em medidas que se encontram resumidas na tabela 10.2.1, baseadas em Kolbenstvedt et al. (2007). Os valores, no entanto, não podem simplesmente ser somados, uma vez que é problemático calcular o total de benefícios “econômicos” de muitas medidas por vários anos.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa de recolhimento e disseminação de informações técnicas sobre as vias é realizada por diversas instituições; tais como: o Ministério dos Transportes, a Segurança do Tráfego nas vias Públicas e as várias instituições de pesquisa.

Requisitos e procedimentos formais

As autoridades têm o dever de informar a população sobre as novas leis, regulamentos e portarias. Além destes procedimentos, não há exigência formal a respeito das informações técnicas sobre segurança viária.

Responsabilidade pela execução da medida

Em relação à instituição responsável pela produção e distribuição das informações técnicas, a maior parte dos custos é coberta pelo estado; porém, em parte também são cobertas pelos dos assinantes dos relatórios e anúncios nos relatórios técnicos.

TABELA 10.2.1: OS CUSTOS E BENEFÍCIOS DE UMA PESQUISA BASEADA EM MEDIDAS DE SEGURANÇA VIÁRIA NA SUÉCIA (Kolbenstvedt et al., 2007).

	Benefícios		
	Redução do número de mortos / gravemente feridos	milhões SEK	Custos (milhões SEK)
Medidas de redução de velocidade nos municípios	210	17.100	6.900
Melhor proteção para as crianças nos veículos	54	1.350	210
Melhores itens de segurança para os veículos novos	63	1.900	200
Airbags laterais	85	4.600	450
Controle policial mais efetivo	400	3.400	500

10.3 METAS DE SEGURANÇA VIÁRIA E PLANO DE AÇÕES

Capítulo revisado por Rune Elvik (TØI) em 2012

Problema e finalidades

O número dos acidentes envolvendo mortos e feridos levantado pelas autoridades é considerado inaceitavelmente elevado na maioria dos países. O Ministério dos Transportes lançou, no outono de 2000, um “Plano Estratégico para a Segurança Viária”, em que declara:

“O governo considera o número de mortos e feridos nas vias norueguesas um sério problema social. A base para o trabalho de segurança viária em longo prazo é uma visão de que não devem ocorrer acidentes com mortos ou sequelas permanentes no trânsito.” (Samferdselsdepartementet, 2000, s. 6)

A visão em longo prazo de que ninguém deve ser morto ou sofrer danos permanentes é conhecida como Visão Zero. Esta visão não é estipulada, mas considerada como uma descrição de uma situação futura e ideal quando se trata de segurança viária.

Nos últimos anos, um grande número de países ocidentais consolidaram metas para reduzir o número de acidentes e mortes no trânsito. A maior parte desses países também desenvolveu planos de ação para a segurança nas vias, que contêm medidas consideradas necessárias para se atingir os objetivos.

As agências de transportes (Avinor, Jernbaneverket, Kystverket Statens vegvesen, 2012), em seu projeto de Transporte Nacional para o período de 2014 a 2023, sugeriram um objetivo de que se tenha menos de 100 mortos no trânsito viário em 2024, além de que a soma do número de mortos e seriamente feridos seja menor que 500. Em 2011, constataram-se 169 mortos e 644 indivíduos seriamente feridos no trânsito.

O objetivo das metas e planejamento da segurança viária é o de contribuir para o desenvolvimento dos aspectos relacionados aos acidentes e ao número de mortes no trânsito, respeitando um nível de comprometimento com a segurança viária e proporcionando às autoridades e usuários das vias públicas uma base que foque em medidas de segurança viária, documentando seus impactos.

Descrição da medida

Os objetivos para a segurança viária podem ser formulados de diversas maneiras (Elvik 1993A, 1993B; OECD 1994, 2002). Há uma distinção essencial entre as metas qualitativas de um lado, e as quantitativas do outro. Uma meta puramente qualitativa apenas destaca que a segurança viária deve ser melhorada; porém, não diz o quanto ou durante quanto tempo essas melhorias devem ser alcançadas. As metas quantitativas geralmente são programadas e indicam números de feridos e mortos (tendo como finalidade diminuir esse número em certo tempo). Uma meta da segurança viária não implica que se considere uma meta desejável no número de acidentes e de feridos, mas aponta um limite superior ao que se pode tolerar no tocante ao número de acidentes e feridos em determinado tempo.

Uma série de países motorizados recentemente estabeleceram uma meta da segurança viária nacional. A tabela 10.3.1 proporciona uma visão geral desses objetivos quando se faz necessária a redução do número de mortes no trânsito. Foram incluídas apenas as metas declaradamente alcançadas durante o ano de 2012 (Breen, 2012; Statens vegvesen et al., 2011).

A tabela 10.3.1 mostra que as metas de segurança viária variam tanto com relação à perspectiva de tempo e ambição quanto com relação à inclusão ou não dos feridos. As metas de prazo mais longo compreendem um horizonte de tempo de 20-25 anos, embora uma meta com um horizonte de tempo de aproximadamente 10 anos seja mais comum. Deveria notar-se que os objetivos estão sob revisão tanto na Noruega quanto na Suécia. A adoção ou não da meta que as agências de transporte propuseram para 2024 na Noruega é definida sob o ponto de vista da política de transportes nacional durante o período 2014-2023.

Impacto sobre os acidentes

É difícil mensurar os impactos nos acidentes do estabelecimento de metas de segurança viária, bem como com relação ao planejamento de ações para a segurança das vias de modo suficientemente duradouro. O principal problema é que existem poucos estudos (poucos países ou regiões que estabelecem metas e planos), enquanto há a influência de vários fatores capazes de afetar o número de acidentes em cada estudo. Muitos desses fatores são pouco conhecidos. Sendo assim, torna-se difícil definir se a mu-

TABELA 10.3.1: METAS DE SEGURANÇA VIÁRIA EM PAÍSES SELECIONADOS.

País	Abraçgência da meta	Valor inicial no ano correspondente	Ano a que a meta se aplica	Resultados e taxa de declínio
Estônia	Mortos	199 (2001)	2015	100 (-50 %)
Finlândia	Mortos	396 (2000)	2025	100 (-75 %)
Letônia	Mortos	558 (2001)	2013	167 (-70 %)
Holanda	Mortos	1083 (2001)	2020	580 (-46 %)
Noruega	Mortos e feridos graves	1150 (2010)	2020	775 (-33 %)
Polônia	Mortos	5640 (2003)	2013	2820 (-50 %)
Suécia	Mortos	440 (2008)	2020	220 (-50 %)
Hungria	Mortos	1239 (2001)	2015	620 (-50 %)

dança no número de acidentes em um país ocorre devido às metas de segurança viária e aos planos de ações que foram introduzidos ou a outros fatores. O problema é exacerbado pelo fato de que poderia concebivelmente haver um tipo de viés de autoseleção relacionado aos países que adotam metas de segurança viária e planos de ação. Provavelmente, ao adotar essas metas e planos, os países mais comprometidos com relação à segurança viária provavelmente tenham uma idéia relativamente clara do que deve ser feito para melhorar a segurança no trânsito. Determinados países podem, talvez, destacar-se mais que outros na melhoria da segurança das vias, quer eles assumam metas quantitativas ou não. Essas exclusões não significam que a meta numérica possa ter um impacto benéfico em países com um nível relativamente bom de segurança viária, resultado de uma tradição de trabalho sistemático no tema.

Não é possível se proteger contra todas as possíveis fontes de erro no caso da análise dos impactos quantitativos da segurança viária e programas de ações em nível internacional. No entanto, destacam-se aqui as melhores indicações com relação aos impactos.

Um estudo dos impactos de antes e depois do estabelecimento de metas de segurança viária em nove países (Wong et al., 2006; Allsop, Sze Wong, 2011) apurou que o número de mortos diminuiu em sete dos nove países depois que a meta quantitativa de redução do número de mortos foi estabelecida. A redução variou entre 4% e 22%. Em dois dos nove países, o número de mortos aumentou depois de fixada a meta quantitativa de redução no número de mortes. A média de mortes dos nove países diminuiu em torno de 10% durante os três primeiros anos após estabelecida a meta numérica de redução no número de mortes.

Em um estudo sobre os fatores que influenciam o desenvolvimento do número de mortes no trânsito

em oito países altamente motorizados entre 1970 e 2007, foram assinaladas variáveis descrevendo metas para reduzir o número de mortes (Elvik, 2010). As variáveis assumem um valor de 0 se o país não estabeleceu uma meta numérica para a redução do número de mortes. Se fosse estabelecida uma meta em que o número de mortos tivesse de ser reduzido em, por exemplo, 5,4% ao ano, o valor da variável seria de -5,4. Os resultados das análises foram inconsistentes. Em alguns casos, considera-se o coeficiente da meta numérica negativo; em outros casos, positivo. Calculou-se o impacto dessa medida ao se comparar o número estimado de mortes esperadas usando um modelo em que o coeficiente de uma meta da segurança viária continha a previsão estimada de mortes. Essa comparação foi feita por seis dos oito países pesquisados. Em quatro desses países, estimou-se um número de mortes anuais maior ao se estabelecer uma meta numérica de redução do número de mortes do que ao se assumir que a meta foi alcançada. Em dois dos países, foram indicados cálculos em que a meta numérica reduziu o número de mortes.

A observação é muito incerta para todos estes resultados. Os estudos sugerem que uma meta numérica de redução no número de mortes no trânsito pode contribuir com uma maior redução do que outros métodos, mas não há uma certeza de que esta meta alcance o resultado.

Impacto na mobilidade

Os impactos dos planos de metas de segurança viária e dos planos de ação para a segurança do tráfego na mobilidade dependem de quais ações eles contêm. No último plano de ação para a segurança viária na Noruega, (Statens vegvesen et al., 2011) foram incluídas 152 medidas. Uma delas (a medida 40) é tentar reduzir a taxa de condutores que ultrapassam os limites de velocidade por meio de uma campanha

chamada “Em qual lado do limite de velocidade você está?”. O plano também inclui três medidas relacionadas ao controle de velocidade pela polícia e cinco medidas relacionadas à eficiência e ao desenvolvimento do controle automático de velocidade (ATK).

Essas medidas têm primeiramente a intenção de reduzir o limite de velocidade. Elas não podem ser consideradas como uma redução da mobilidade, uma vez que o limite de velocidade indica o menor tempo de viagem que pode ser legalmente alcançado. O plano de medidas não adiciona mudanças significativas nos limites de velocidade.

Impacto no meio ambiente

O impacto do plano de metas de segurança viária depende do conteúdo de ações que ele contém. Em um plano de ação norueguês para a segurança viária (Statens vegvesen et al, 2011), foram incluídas medidas para facilitar o transporte cicloviário e a pé. Considerando que o nível de tráfego de pedestres ou de bicicletas torna-se maior quando as pessoas param de dirigir, esse fator contribui para a redução dos problemas ambientais associados ao trânsito viário.

Custos

Os custos de um plano de ação para segurança viária baseado em uma segurança viária quantificada depende daquilo de que ele consiste. Portanto, é difícil estimar custos gerais. Uma estimativa aproximada dos custos totais de medidas de segurança viária na Noruega sugere que eles sejam em torno de NOK 8 bilhões ao ano (Elvik, 2005). O plano de ações atual para segurança viária (Statens vegvesen et al., 2011) não contém as medidas que trariam consequências significativas para os custos das medidas de segurança viária.

Avaliações de custo-benefício

As análises das medidas de segurança viária (Elvik, 2007) que se mostraram economicamente rentáveis envolvem medidas que visam reduzir o número de mortes durante um período de dez anos em torno de 50%. Os custos anuais com essas medidas foram contabilizados em apenas NOK 6 bilhões. Os gastos públicos podem ser alocados dentro do orçamento atual, porém pressupõe-se uma redistribuição dos recursos dentro do orçamento.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

No relatório número 16 (2008-2009) da NTP 2010-2019, foi formulada uma meta conforme a qual o número de mortos e feridos graves no trânsito viário seria reduzido em um terço até 2020 e que em 2020 o número máximo de mortos e feridos graves deveria compor um total de 775. Esta é a primeira vez que um governo estabeleceu uma meta para o número de mortos e feridos graves. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tomou a iniciativa de preparar um plano de ação para a segurança das vias de 2010 a 2013. As medidas dos planos são resultado de uma parceria entre a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, a polícia, a Direção de Saúde e a Direção da Educação e Segurança Viária. Muitas regiões e municípios têm tomado iniciativas com relação aos planos de segurança das vias locais.

Requisitos e procedimentos formais

Não há exigências formais para a estipulação de metas para a segurança viária nem das ações/planos de ações para a segurança nas vias. Ao se trabalhar com a NTP 2014-2023, serão considerados os objetivos de redução do número de mortos e feridos graves. Um plano de ação nacional para a segurança viária deve ser revisado.

Responsabilidade pela execução da medida

As autoridades governamentais e seus órgãos subordinados, bem como as autoridades dos meios de transporte, trabalham para alcançar as metas de segurança viária da NTP. Para as vias federais, a polícia e a Direção da Educação e Segurança Viária possuem responsabilidade compartilhada para seguir um plano de ação. Os residentes locais devem acompanhar os respectivos planos.

10.4 PROGRAMAS DE SEGURANÇA VIÁRIA EM COMUNIDADES

Capítulo revisado por Astrid Amundsen (TØI) em 2012

Problema e finalidades

Um problema comum em relação aos acidentes e aos esforços para prevenir acidentes com feridos é a falta de motivação para programas preventivos. Um motivo comum pelo qual muitas pessoas não se engajam na redução dos acidentes e na prevenção dos acidentes com feridos é que muitos não veem os acidentes como um problema e não acreditam que seja possível fazer algo para evitá-los (Hoff, 1996). Um trabalho bem sucedido de prevenção dos acidentes depende, portanto, de se relatar bons exemplos dessas atividades, que podem ser motivadores para outras iniciativas.

Aproximadamente 1.800 pessoas morrem por ano na Noruega por conta de acidentes (independente do tipo) e em torno de 500.000 pessoas recebem tratamento médico (Departementene, 2009). Um pré-requisito para uma prevenção bem-sucedida de acidentes é que se tenha conhecimentos a respeito de quantos acidentes ocorrem, quem é atingido e quais as circunstâncias em torno desses acidentes. As estatísticas sobre os acidentes existentes geralmente fornecem um retrato incompleto dos problemas na sociedade (Departementene, 2009). Há, por exemplo, uma grande subnotificação nas estatísticas dos acidentes de trânsito, isto é, a estatística oficial apresenta um número menor de pessoas atingidas pelos acidentes; o mesmo se aplica aos acidentes que ocorrem na própria residência e aos acidentes de trabalho (tais como tombos, queimaduras leves, etc.). A falta de relatórios dos acidentes dificulta a determinação de sua magnitude em áreas municipais e pode conduzir a um problema de subestimação dos acidentes.

A responsabilidade pela prevenção dos acidentes está distribuída entre as várias agências. Isso é aplicável mesmo ao se considerar apenas um determinado tipo de acidente dentro do escopo dos acidentes de trânsito. A responsabilidade pela prevenção dos acidentes de trânsito é dividida entre o município, o estado, a polícia, a escola e outros. A ninguém é atribuída total responsabilidade pela prevenção dos acidentes.

Com a finalidade de criar bons exemplos de prevenção dos acidentes nos municípios, a Organização Mundial da Saúde lançou a ideia “Comunidade Segura”. No início de 2012 havia 220 registros de Comunidades Seguras ao redor do mundo, dos quais 19 eram municípios da Noruega aprovados como Comunidade Segura (Skadeforebyggende forum, 2012).

Programas de segurança abrangentes nas comunidades objetivaram criar melhores bases para a prevenção de acidentes locais, fornecendo exemplos de como este trabalho pode ser organizado e proporcionar uma redução no número de feridos em comunidades onde os programas são implementados.

Descrição da medida

A partir de um amplo programa de segurança nas comunidades, denotam-se as medidas de prevenção sistemática dos acidentes conforme as seguintes características:

1. por algum tempo, conduziu-se um registro sistemático dos acidentes nas comunidades. A responsabilidade pelos registros é geralmente de hospitais ou outras instituições de saúde;
2. com base nos registros dos acidentes, determinaram-se os problemas predominantes com relação aos acidentes dentro do município. O conhecimento destes assuntos é divulgado na comunidade local por meio de jornais, rádios locais, encontros públicos e outros meios de comunicação;
3. formou-se um comitê diretor para a prevenção dos acidentes na comunidade com a participação de todas as partes, pois acredita-se que estas possam contribuir para a prevenção dos acidentes, incluindo geralmente o município (a administração e os políticos), escolas, serviços de saúde, policiais, representantes de negócios e ONGs;
4. foi estabelecido um alvo numérico para a redução dos acidentes em um determinado período, como, por exemplo, nos 2 ou 3 anos seguintes. O estabelecimento de medidas é necessário para atingir os objetivos pretendidos. Declara-se que todo o comitê para a prevenção dos acidentes deve endossar tanto os objetivos quanto as medidas do programa. As iniciativas podem ser medidas técnicas, cuja responsabilidade é do governo, e de exigências quanto às mudanças de comportamento individuais;
5. condução do Programa de Medidas. Ao longo da implementação, acompanha-se a evolução do número de acidentes e lesões, sendo dado um retorno a respeito do desempenho de todos os participantes do programa de reparação;
6. quando o programa estiver completo, examina-se seu funcionamento com relação aos acidentes na comunidade. Os resultados são conhecidos e são aplicadas quaisquer mudanças nas metas relacionadas ao número de acidentes ou alterações no programa.

Para ser aprovado como uma Comunidade Segura, o interessado deve conhecer as exigências para a prevenção dos acidentes (WHO Collaborating Centre, 2012):

- as comunidades locais devem ter uma infraestrutura baseada em parcerias e colaborações, governadas por um grupo intersetorial, que é responsável por promover a segurança da comunidade;
- as comunidades devem ter um programa de sustentabilidade de longo prazo que cubra todos os grupos etários e locais;
- o programa deve incluir atividades específicas orientadas a grupos vulneráveis e de alto risco específico;
- as comunidades devem ter um programa que seja baseado em documentações disponíveis;
- os padrões de acidentes e as causas dos acidentes devem ser documentados;
- deve-se realizar uma avaliação para análise do programa, processos e mudanças;
- as comunidades devem participar dos sistemas nacionais e internacionais de Comunidade Segura.

Uma parte importante da ideia em relação à Comunidade Segura é que as experiências devem ser compartilhadas por meio de relatórios de experimentos e encontros anuais (Skadebyggende forum, 2011). A Comunidade Segura na Noruega trabalha com variados temas, incluindo segurança viária, medidas contra assédio moral, violência doméstica, resgate no período noturno, serviço de entregas para idosos, prevenção de queimaduras para crianças, prevenção de abuso de drogas, prevenção de quedas para os idosos, treinamento de primeiros socorros, registro de ferimentos locais, “Lar seguro em um raio de 50 m” e treino de natação para crianças menores (Skadebyggende forum, 2011). O fórum de prevenção de ferimentos trabalha com a Comunidade Segura na Noruega e é responsável por aprovar e certificar os participantes noruegueses.

Impacto sobre os acidentes

São conduzidas várias avaliações dos diversos órgãos relacionados à Comunidade Segura; porém, o problema com os muitos estudos é sua qualidade altamente variável (Nilsen, 2004; Spinks et al., 2005; Johnston, 2011; Langley e Simpson, 2012) e as metas, que podem ser bastante diferentes. Alguns dos projetos mais eficazes são seguidos fora dos países escandinavos. As medidas são implementadas em ambientes homogêneos e de certo tamanho, e nos

projetos, que em geral têm uma duração determinada, são utilizados vários instrumentos para se atingir um objetivo específico (Nilsen, 2004). As medidas que objetivam a prevenção de um determinado tipo de acidente, como os acidentes de trânsito, afogamentos e queimaduras em crianças, geralmente são mais efetivas que as medidas que não são direcionadas a um tipo de acidente específico. Muitos dos trabalhos de prevenção sendo implementados em comunidades são relacionados à segurança, a fim de mudar atitudes e/ou comportamento inseguro. Mudar um comportamento aprendido durante um período da vida pode ser demorado. Os municípios podem exibir o melhor impacto de seu trabalho preventivo por intermédio de um trabalho contínuo de 5 a 8 anos (Nilsen, 2004).

Os estudos tinham metas de acidentes de todos os tipos, independente da causa do acidente, como a seguir:

Tellnes, 1984 (Noruega): Prevenção de acidentes;
Schelp, 1987 (Suécia): Trabalho de prevenção de ferimentos;

Guyer et al., 1989 (EUA): Acidentes entre crianças;
Davidson et al., 1994 (EUA): Segurança para crianças;

Coggan et al., 2000 (Nova Zelândia): Crianças entre 0-14 anos de idade;

Lindquist, Timpka, Schelp e Risto, 2002 (Suécia): Crianças entre 0-5 anos de idade;

Ozanna-Smith et al. (Austrália): Foco em grupos de alto risco;

Tamburro et al., 2002 (EUA): Crianças entre 0-9 anos de idade;

Nilsen et al., 2007 (Suécia): Mortes registradas em hospitais, hospitalização > 24 horas e

De Leon et al., 2007 (Suécia): Acidentes registrados em hospitais com crianças entre 0-14 anos de idade.

Uma meta-análise dos diferentes estudos não foi estabelecida, pois uma comparação entre as distintas pesquisas é difícil quando seu público é tão variado. Enquanto isso, tem-se: a variação do grau de elaboração de relatórios e como os feridos são definidos entre os diferentes estudos (que focaram nos acidentes como um todo, reduzindo o impacto de introdução da Comunidade Segura e obtendo resultados variados. Em alguns municípios foram alcançadas as reduções do número de acidentes, enquanto outros municípios tiveram um aumento do número de acidentes. Pode ser difícil registrar o declínio do número total de acidentes quando

apenas algumas medidas foram implementadas. Outra possível explicação para os impactos mensuráveis limitados de algumas das medidas é que, por vezes, algumas cidades escolhem tornar-se uma Comunidade Segura e diversas delas costumam ter um risco de acidentes maior que as demais cidades que estão sendo comparadas (Nilsen et al., 2007).

Houve inúmeros estudos que analisaram os impactos do trabalho de prevenção de segurança viária nas Comunidades Seguras, incluindo:

Tellnes, 1984 (Noruega): Todos os acidentes;
 Schelp, 1987 (Suécia): Todos os acidentes;
 Guyer et al., 1989 (EUA): Acidentes entre crianças;
 Haugen et al., 1991 (Noruega): Todos os acidentes;
 Davidson et al., 1994 (EUA): Segurança para crianças;
 Ytterstad e Wasmuth, 1995 (Noruega): Acidentes com crianças e adultos; registros em hospitais e acidentes de trânsito;
 Hingson et al., 1996 (EUA): Acidentes por ingestão de álcool;
 Lindquist, Timpka e Schelp, 2001 (Suécia): Dados de vítimas, todas as faixas etárias;
 Lindquist, Timpka, Schelp e Risto, 2002 (Suécia): Crianças entre 0-5 anos de idade, e
 Ytterstad, 2003 (Noruega): Crianças entre 0-15 anos de idade, adultos.

Os estudos variam conforme as iniciativas dos usuários das vias, que objetivam verificar como os impactos são mensurados e as fontes de dados utilizadas nos registros dos impactos citados (que mostram um intervalo de -9% (redução insignificante) para -59% de redução). A tendência é que o impacto seja um pouco maior nos estudos que envolvem crianças. Nas análises em que é possível se fazer uma comparação, a redução da magnitude é de 25-30% dos acidentes registrados nos hospitais (acidentes com feridos).

Se alguém considerar somente os acidentes que constam no registro oficial dos acidentes, os impactos das medidas serão incertos. A explicação para isso pode ser que o grau de comunicação dos acidentes de tráfego nos registros oficiais é aumentado nos municípios onde os programas de segurança são implementados. Um estímulo para o interesse em segurança pode causar nas pessoas um maior nível de atenção para com a obrigação de relatar os acidentes em um grau maior do que já vem sendo feito.

Impacto na mobilidade

Os impactos na mobilidade com relação à segurança nas comunidades depende de quais medidas estão incluídas nos programas. Nas Comunidades Seguras atuais da Noruega incluem-se, entre outras, as seguintes medidas (Skadebyggende forum, 2011): medidas de informação a fim de reduzir principalmente os acidentes em locais específicos das vias; segurança residencial em um raio de 50 m; esquema de empréstimos de dispositivos de retenção para crianças em veículos; instalação grátis de luz de freio superior (*brake light*) em automóveis e controles policiais. De modo geral, tratam-se principalmente de medidas que não afetam a mobilidade.

Impacto no meio ambiente

Não há evidências de qualquer impacto no meio ambiente com relação aos programas de segurança nas comunidades.

Custos

Em nenhum dos estudos sobre programas de segurança nas comunidades há informações sobre os custos do programa como um todo. Os custos variam conforme seu escopo, conteúdo e duração. Em geral, os aspectos dos custos são, portanto, difíceis de ser descritos.

Avaliações de custo-benefício

Em 2009 estimou-se que os acidentes viários fatais tivessem um custo em torno de NOK 26 bilhões. Se usar-se a mesma definição, o custo social dos acidentes fatais em áreas residenciais é estimado em cerca de NOK 63,5 bilhões (Departementene, 2009).

Não há avaliações de custo-benefício formais em relação aos programas de segurança locais como um todo nos municípios. Com base nas fontes do Escritório Central de Estatística, pode-se calcular que a frequência de acidentes com feridos no trânsito da Noruega é de aproximadamente 2 por mil habitantes ao ano, ou seja, para cada 1.000 pessoas há aproximadamente 2 feridos no trânsito no período de um ano. A média populacional de um município na Noruega é de aproximadamente

10.000 pessoas. O número médio de acidentes de trânsito em um município norueguês no decurso de um ano seria, portanto, cerca de 20. Esses feridos representam um custo social de aproximadamente NOK 32 milhões ao ano por município. Se o número de feridos no trânsito pudesse ser reduzido em 25%, isso constituiria uma economia de custos de aproximadamente NOK 8 milhões ao ano por município. Um programa de ação tem um custo anual menor do que isso e não tem efeitos adversos, se comparado a outros objetivos como a acessibilidade no trânsito e seria, portanto, economicamente rentável.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa voltada para os programas de segurança parte geralmente de hospitais ou outras instituições de saúde do município. Ela também pode vir de políticos locais, ONGs e ativistas. O fórum de prevenção de acidentes com feridos é um promotor ativo, que participa do programa de Comunidades Seguras.

Requisitos e procedimentos formais

Para a adesão ao programa o município deve-se manifestar o desejo de tornar-se membro do sistema internacional da “Comunidade Segura” (WHO). A secretaria do fórum de prevenção de acidentes com feridos nas Comunidades Seguras da Noruega pode informar sobre as diretrizes para a aprovação no seguinte endereço (www.skafor.org). Além disso, não há exigências formais para o projeto e a implementação dos programas de segurança local.

Responsabilidade pela execução da medida

Os programas de segurança devem ser desenvolvidos por intermédio de um grupo intersetorial, em que todos têm uma responsabilidade compartilhada na implementação e no monitoramento.

10.5 CONTROLE DO VOLUME DE TRÁFEGO (EXPOSIÇÃO)

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2008

Problema e finalidades

O fator singular e mais importante que impacta o número de acidentes de trânsito é o escopo do tráfego. Isto se aplica tanto em longo quanto em médio prazo. Quanto maior o tráfego existente, mais acidentes poderão ocorrer, ao menos quando o resto das condições não varia. Estudos em países nórdicos (Fridstrøm et al., 1993, 1995) sugerem que a variação no volume de tráfego seja mensurada em função da disponibilidade do combustível e representa entre 65-75% da variação sistemática no tocante ao número dos acidentes. Embora o número total de acidentes aumente quando o volume de trânsito cresce, o risco individual das vias com alto volume de tráfego geralmente é menor.

A limitação e a regulamentação do volume de tráfego devem, conseqüentemente, afetar tanto o número de acidentes de trânsito quanto seus riscos. Os congestionamentos e problemas ambientais são associados ao trânsito viário e também podem ser afetados pela regulamentação do volume de tráfego (Grue et al., 1997; Kolbenstvedt et al., 1996). Um princípio básico da política de transporte é “facilitar que cada usuário de determinado transporte possa escolher a solução de transporte mais apropriada para suas necessidades de mobilidade, segurança e acessibilidade refletida na estrutura regulatória”. (Samferdselsdepartementet, Stmeld 24, 2003-2004). Uma regulamentação direta de trânsito viário não é, portanto, aplicável. O escopo de tráfego pode ser afetado por uma variedade de outros instrumentos, que não estão em conflito com o princípio individual conforme o qual o indivíduo pode livremente escolher o modo e o intuito da viagem. Muitas medidas de mensuração da segurança também foram apresentadas em função do fluxo de trânsito. O conhecimento acerca do relacionamento entre o volume de tráfego e os acidentes é um pré-requisito que visa estimar o impacto dessas medidas no que diz respeito aos aspectos e aos riscos dos acidentes. Por exemplo, quando o volume de trânsito aumenta simultaneamente em relação às medidas de precaução inseridas ou quando o número de acidentes decresce em um alto volume de tráfego, a conclusão sobre o impacto das medidas deve levar em conta a relação entre o volume de tráfego e os riscos a ele associados.

A regulamentação da exposição considera a medida de segurança das vias, que tem a finalidade de limitar ou reduzir o montante do tráfego, de modo que o número de acidentes diminua.

Descrição da medida

Diferentes medidas de exposição

O volume de tráfego é geralmente mensurado pela média de tráfego anual (ADT) bem como pela média do número de veículos diários em determinado trecho de via por mais de um ano. Quando se estima a relação entre o volume de tráfego e os acidentes, verificam-se alguns percalços na média de tráfego anual (ADT) como medida de exposição. Pode haver variações significativas durante o dia na relação entre acidentes de trânsito e o volume de tráfego. Quando uma via consegue apenas dispersar o tráfego na maior parte do dia e apresenta um congestionamento de três horas enquanto outra via com a mesma média de trânsito anual (ADT) tem um tráfego relativamente mais leve e uniformemente distribuído, observa-se que essas duas vias são completamente diferentes não somente pela capacidade, mas também pelos impactos ambientais. Assim, o perfil dos acidentes pode ser totalmente diferente nas duas vias com o mesmo volume de tráfego. Vias com uma mesma média de tráfego diário anual podem também ser diferentes em termos de acidentes quando as vias possuem diferentes capacidades.

Como exemplo, tem-se que a média de tráfego anual nem sempre é a medida mais exata em termos de exposição. Medidas de exposição alternativas podem fornecer conexões maiores e mais confiáveis entre o volume de tráfego e os acidentes, como, por exemplo, o horário do tráfego e a relação entre seu volume e sua capacidade. Os modelos de acidentes podem também possibilitar a inclusão de outras variáveis preditivas além do volume de tráfego, como, por exemplo, a capacidade da via ou o nível de congestionamento. Além disso, considera-se que a relação encontrada entre o volume de tráfego e os acidentes depende do tipo de função utilizada (o ADT ou uma transformação logarítmica do ADT, por exemplo). Se este recurso não representa a relação verdadeira entre a exposição e os acidentes, só será útil para detectar relações inconsistentes.

Medidas que afetam a quantidade de tráfego

O volume de tráfego rodoviário pode ser controlado por diversos instrumentos, como descrito em mais detalhes em outros capítulos do livro. As medidas mais relevantes foram descritas, resumidamente, a seguir:

Controle de tráfego: consiste em diversas medidas que, aplicadas ao trânsito, podem ser utilizadas para limitar o montante de tráfego local. Exemplos dessas medidas incluem moderação de tráfego (traffic calming), vias ambientais, regulamentação de paradas e estacionamentos e controle de seleção dinâmica de rota (ver capítulo 3).

Planejamento do uso e ocupação do solo: estabelece ambos, as prioridades e detalhes do uso do solo, em uma área particular. Isso impacta a quantidade de tráfego ao determinar a localização de diferentes destinos em relação uns aos outros. O desenvolvimento de padrões em uma área impacta tanto o montante total de tráfego quanto a distribuição do trânsito entre os modos de viagem e as rotas percorridas (ver capítulo 10.6).

Planejamento e construção das vias: determinam o suporte à capacidade viária em uma rede viária padrão. Ambos impactam o volume de tráfego e a qualidade do fluxo de tráfego (ver capítulo 10.7).

Impostos gerais sobre veículos: impactam os preços de aquisição e o uso de veículos motorizados de modo a afetar o número de veículos comprados e o quanto estes são utilizados (ver capítulo 10.9).

Tarifação viária: consiste no pagamento para utilização de uma via particular por um determinado tempo com a finalidade de fixar um custo social da utilização das vias por veículos motores. O preço das vias pode afetar tanto o volume de tráfego quanto sua distribuição ao longo do dia, além da distribuição dos modos de viagens (ver capítulo 10.10).

Mudanças na distribuição dos modos de transporte das viagens: o número de veículos no sistema de trânsito pode ser reduzido pela transferência de viagens de meios de transporte individual para meios de transporte coletivo. Isso pode limitar a quantidade de tráfego primeiramente nas grandes cidades e municípios onde há uma base para um bom sistema de transporte público (ver capítulo 10.11).

Regulamentação do transporte profissional: o transporte como atividade profissional significa o transporte realizado em troca de encargos aplicáveis. O direito de transportar passageiros comercialmente, como, por exemplo, ao se dirigir táxis, ônibus ou transportes fretados na Noruega foi há muito tempo regulamentado pela Lei dos Transportes. Em princípio, esta capacidade de controle, ou seja, de regular o número de profissionais de trans-

porte e as áreas em que eles podem operar, pode contribuir para uma menor quantidade de tráfego (ver capítulo 10.13).

Princípios econômicos para o controle do volume de tráfego

Na teoria econômica, supõe-se que uma viagem ou o envio de um objeto só vai acontecer quando os benefícios da viagem ou do transporte de mercadorias forem maiores que seus custos. Qualquer medida que restrinja a quantidade de tráfego resultará, portanto, em perda para os viajantes ou para os proprietários de mercadorias transportadas. A perda será inicialmente maior que a redução dos custos no local em que o transporte não é realizado, uma vez que se decidiu pela realização da viagem apenas porque seus benefícios superavam os custos para o viajante.

Os usuários da via não cobrem todos os custos econômicos das viagens ou do transporte de mercadorias. Por vezes, verifica-se uma considerável diferença entre o custo privado e o custo socioeconômico da viagem e do transporte de mercadorias. Os custos socioeconômicos do transporte coletivo e de cargas são assumidos pelas entidades viárias em si e são chamados de custos externos. Os custos econômicos externos de tráfego viário incluem custos com acidentes de trânsito, malha viária, custos ambientais (ruídos e emissões) e custos com congestionamentos.

Uma vez que os custos econômicos das viagens são maiores que a economia privada (que abrange os usuários das vias), eles podem ser economicamente viáveis limitando-se o montante de tráfego, ainda que não seja economicamente rentável para a economia privada.

Impacto sobre os acidentes

A relação entre o controle do volume de trânsito e o número de acidentes é indireta. Para quantificar o impacto no número de acidentes das medidas que influenciam o volume de tráfego, é importante conhecer o efeito de cada medida no volume de tráfego, assim como a relação entre este e o número de acidentes.

A relação entre o volume de tráfego e o número dos acidentes

A relação entre o volume de tráfego e os acidentes é estimada a partir de várias pesquisas. Os resultados

apresentados se baseiam em estudos com modelos de regressão estimados, que antecipam o número de acidentes baseando-se nas medidas de volume de tráfego, bem como em um número de características viárias. Os resultados baseiam-se nas seguintes investigações:

Knuiman et al., 1993 (EUA);
 Miaou, 1994 (EUA);
 Hadi et al., 1995 (EUA);
 Milton & Mannering, 1996 (EUA);
 Gharaibeh, 1997 (EUA);
 Ivan & O'Mara, 1997 (EUA);
 Milton & Mannering, 1998 (EUA);
 Wang et al., 1998 (EUA);
 Vogt & Bared, 1998 (EUA);
 Anderson et al., 1999 (EUA);
 Brown & Tarko, 1999 (EUA);
 Council & Steward, 1999 (EUA);
 Abdel-Aty & Radwan, 2000 (EUA);
 Ivan et al., 2000 (EUA);
 Sakshaug, 2000 (Noruega);
 Sawalha & Sayed, 2001 (EUA);
 Strathman et al., 2001 (EUA);
 Greibe, 2003 (Dinamarca);
 Bauer et al., 2004 (EUA);
 Hauer et al., 2004 (EUA);
 Shankar et al., 2004 (EUA);
 Chang, 2005 (Taiwan);
 Lord et al., 2005 (EUA);
 Stefan, 2006 (Áustria);
 Caliendo et al., 2007 (Itália);
 Davies et al., 2008 (Nova Zelândia);
 Haynes et al., 2008 (Nova Zelândia) e
 Lord et al., 2008 (EUA).

A maioria dos estudos utiliza a média de tráfego anual (ADT) como medida de exposição. A análise comparativa é feita pela média de trânsito anual (ADT), embora provavelmente exista uma medida de exposição que tenha uma ligação maior e mais confiável com os acidentes. Essa análise se baseia em modelos de acidentes de cada um dos estudos, em que se estima o quanto o número de acidentes é maior quando o volume de tráfego aumenta em 1%.

Há uma grande heterogeneidade nos resultados, o que sugere que a relação entre o volume de trânsito e os acidentes seja diferente em diferentes condições. Os resultados também podem indicar que a relação não seja linear e que o número de acidentes, na maioria dos casos, aumenta em menor proporção que a quantidade de tráfego. O aumento porcentual não é necessariamente constante para diferentes volumes de trânsito, de acordo com diversos estudos.

O aumento estimado do número total de acidentes quando o volume de tráfego aumenta em 1% é de 0,88% (intervalo de confiança de 95% [0,77; 0,99]). Isso se aplica a todos os tipos de vias e a todos os volumes de tráfego. Para acidentes envolvendo um só veículo, estima-se um aumento do número de acidentes em 0,4% (intervalo de confiança de 95% [0,29; 0,53]). Isso sugere que o número de acidentes envolvendo um só veículo aumenta em menor grau que os outros acidentes quando o volume de tráfego aumenta.

Impactos sobre as medidas que afetam a quantidade de tráfego

Os impactos das medidas que afetam a quantidade de tráfego são tratados com maiores detalhes em outros livros, pois aqui se apresenta apenas um resumo dos principais resultados. A tabela 10.5.1 sintetiza o impacto do volume de tráfego no número total de acidentes com feridos a partir de uma medida que impacta o volume de tráfego. O impacto no volume de tráfego e no número de acidentes é estimado independentemente; o impacto no número dos acidentes não se baseou na relação entre o volume de tráfego e os acidentes.

Por conta da densificação das cidades e municípios, desenvolveu-se o parâmetro de área per capita, que decresce aproximadamente de 600m² a 300m², podendo reduzir o número de quilômetros percorridos em cerca de um terço. O número de acidentes com feridos pode ser reduzido em cerca de 30%. A construção das novas vias principais nas cidades e a expansão da capacidade das vias em municípios na Noruega provaram induzir o aumento do tráfego entre 10 e 15%. Levando-se em consideração outras

condições idênticas, isso conduz a um maior número de acidentes. Na prática, muitas vezes evita-se o aumento do número de acidentes, uma vez que as novas vias nas cidades geralmente oferecem menor risco que as vias mais antigas.

Se todos os impostos aplicados hoje na Noruega no momento da compra, posse ou uso de veículos automotores forem abolidos (e considerando-se que outros impostos não sejam aumentados), isso seria equivalente a aumentar o número de quilômetros percorridos de 35 a 40%. O número de acidentes com feridos aumentaria em torno de 33%. Isso mostra que os impostos de veículos presentes na Noruega ajudam a limitar a quantidade de tráfego e o número de acidentes. A introdução de pedágios e de impostos sobre o combustível em Oslo, Bergen, Trondheim e Tromsø reduziram o trânsito nessas cidades em cerca de 7% no primeiro ano depois de sua aplicação. O número de acidentes com feridos diminuiu de modo equivalente. O fechamento de vias locais para o tráfego de passagem como parte de uma moderação de tráfego (*traffic calming*) reduziu o volume de tráfego em cerca de 30% e o número de acidentes em cerca de 25%.

Impacto na mobilidade

As medidas que limitam ou reduzem o volume de tráfego impactam a mobilidade de duas maneiras: primeiro, elas causam a diminuição de trânsito, proporcionando uma melhoria na mobilidade do tráfego remanescente, especialmente em vias com problemas de capacidade. Quando os problemas de congestionamento são grandes, o benefício de uma melhor mobilidade para o trânsito remanescente é geralmente maior que a redução de tráfego

TABELA 10.5.1: OS IMPACTOS NO VOLUME DE TRÁFEGO E NO NÚMERO DE ACIDENTES COM FERIDOS POR ALGUMAS MEDIDAS QUE AFETAM A QUANTIDADE DE TRÁFEGO. VARIAÇÃO PORCENTUAL SOBRE O VOLUME DE TRÁFEGO (QUILÔMETROS PERCORRIDOS) E O NÚMERO DE ACIDENTES.

Medidas	Variação percentual (intervalo de confiança de 95%)	
	Volume do tráfego	Número de acidentes com feridos
Adensamento das cidades a partir de uma área construída de aproximadamente 600m ² per capita para cerca de 300 m ² per capita	-33 (-45; -15)	-30 (-40; -12)
Construção de novas vias principais nas cidades; aumento da capacidade viária nas cidades (pesquisas norueguesas)	+13 (+2; +25)	+10 (+2; +20)
Abolição de todos os impostos sobre os veículos (de compra, posse e utilização)	+37 (+35; +40)	+33 (+30; +37)
Introdução de pedágio, etc. em Oslo, Bergen, Trondheim e Tromsø	-7 (-10; -3)	-5 (-11; +1)
Moderação de tráfego (<i>traffic calming</i>) em áreas residenciais; volume de tráfego em ruas fechadas para o tráfego de passagem	-30 (-35; -25)	-25 (-33; -20)

(Grue, Larsen, Rekdal e Tretvik, 1997). Em segundo lugar, se os deslocamentos substituídos por transportes públicos, o deslocamento individual é mantido, ao menos onde o transporte público é bom. Neste caso, a desvantagem é o aumento do tempo de viagem.

Impacto no meio ambiente

Os problemas do meio ambiente causados pelo tráfego viário podem ser reduzidos tanto por meio de uma diminuição do volume de tráfego quanto pela melhora na fluidez.

Custos

Os custos com medidas que afetam a quantidade de tráfego são de dois tipos: diretos e indiretos. Os custos diretos são os custos necessários para a aplicação das medidas, como, por exemplo, os custos administrativos. Porém, é difícil dizer qual a proporção dos custos administrativos para as várias medidas descritas no presente capítulo. Elas devem ser consideradas como um custo que regula o volume de tráfego, por exemplo, as taxas referentes ao recolhimento de pedágios e impostos, não somente as taxas referentes aos veículos. Portanto, não é correto calcular o custo total administrativo de uma ação como sendo um custo associado às taxas de veículos. Os custos indiretos representam a perda de benefício em relação aos deslocamentos e a perda no transporte de carga. Tanto os custos diretos como os indiretos operam por meio de medidas que afetam a quantidade do tráfego. Eles são pouco conhecidos e difíceis de ser calculados.

Avaliações de custo-benefício

O benefício de limitar ou reduzir o volume de tráfego viário varia muito, dependendo de quão grandes são as desvantagens causadas pelo tráfego em termos de acidentes e impactos ambientais (poluição do ar, ruídos), congestionamentos e uso inadequado do solo. Os custos com transporte viário na Noruega em 1999 foram estimados em NOK 0,63 por veículo-km para veículos de passeio e em NOK 2,33 por veículo-km para transporte de carga (Eriksen et al., 1999). Eles incluem os custos socioeconômicos de emissões, ruídos e congestionamentos, acidentes e utilização da malha viária. Os custos externos do trânsito viário variam bastante, dependendo da área

onde a medida é implantada. Nas grandes cidades, os custos são praticamente o dobro que em outras áreas urbanas e cinco vezes maiores que nas áreas rurais (Eriksen et al., 1999).

Nas maiores áreas urbanas da Noruega, o custo econômico externo de utilizar um veículo é tão alto que as tarifas para a utilização das vias aumentam e outras medidas para reduzir o volume de tráfego, especialmente nas horas de pico, podem ser economicamente rentáveis.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa para as medidas que limitam ou reduzem o tráfego nas vias pode ser tomada por qualquer um que deseje implementá-las.

Requisitos e procedimentos formais

A responsabilidade formal referente às ações encontra-se distribuída entre diferentes autoridades, dependendo da medida em questão. Há uma série de requisitos formais de controle de trânsito: os planos de uso e ocupação do solo, o planejamento das vias, as decisões acerca dos impostos sobre os veículos, as decisões quanto à precificação da utilização das vias, a atribuição de concessões de transportes e a introdução de medidas de moderação do tráfego (*traffic calming*).

Responsabilidade pela execução da medida

As medidas que impactam o volume de tráfego são de responsabilidade das autoridades competentes.

10.6 PLANEJAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Capítulo revisado por Alena Høye (TØI) em 2012

Problema e finalidades

O desenvolvimento de áreas maiores, sem o controle advindo de um plano de utilização em longo prazo, pode causar uma quantidade excessiva de tráfego ou um sistema de trânsito complexo

e perigoso. O número de acidentes com vítimas, mantido todo o resto inalterado, aumenta proporcionalmente ao número de quilômetros percorridos (Fridstrøm et al., 1995). Um padrão de urbanização que cria uma grande quantidade de tráfego resulta em mais acidentes que outros padrões de urbanização que geram menos tráfego. Vários estudos concluem que muitos acidentes estão relacionados a falhas no planejamento e no projeto ambiental relacionado ao trânsito (Espedal e Omland, 1982; Litman, 2002).

A área urbana per capita na Noruega aumentou de 450 m² em 1970 para 554 m² em 1990 e para 616 m² em 2011 (Statistisk sentralbyrå, 2012). A taxa de habitantes residentes em bairros residenciais foi de 79,5% em 2011. Isso significa que a densidade nas cidades decresceu de 22 para 18 habitantes por hectare em 1990 e para 16 habitantes por hectare em 2011. Isso criou uma maior distância entre os diferentes destinos e aumentou a demanda por transporte para as atividades diárias. Internacionalmente falando, as cidades norueguesas são cidades com baixa densidade de urbanização, e por este motivo, há uma forte necessidade de transporte.

Um planejamento do uso e ocupação do solo oferece oportunidades que influenciam no volume de tráfego, no número de quilômetros percorridos, na distribuição do trânsito, nas viagens em diferentes modos de transporte e no nível de risco individual das vias. O enfoque neste capítulo é na finalidade dos planos de uso e ocupação do solo como medidas de segurança viária e na influência dos seguintes fatores de modo que a quantidade de tráfego e o risco de acidentes possam ser minimizados:

- a localização das vias, habitações, empregos, lojas e escolas;
- o projeto da rede viária (elaborado a partir da escolha de categorias de vias, por exemplo);
- a configuração dos caminhos individuais.

Um plano do uso e ocupação do solo pode ter uma série de outras finalidades, entre elas: promover o desenvolvimento comercial ou habitacional; proteger as áreas agrícolas e as florestas; agilizar o fluxo de tráfego; diminuir a poluição do ar, os ruídos e as emissões de CO₂ e também usar recursos específicos com eficiência. Algumas destas finalidades podem conflitar com as metas de segurança viária. O que este capítulo apresenta se limita ao planejamento do uso e ocupação do solo para promover as finalidades da segurança viária.

Além do planejamento do uso e ocupação do solo, há outros fatores que influenciam o uso do solo. Como mostrou Hanson (1992), o tráfego subsidiado, por exemplo, levou muitas cidades a se desenvolver em amplas áreas em longas distâncias e relativamente pouco povoadas. Uma revisão da literatura conduzida por Christiansen e Loftsgarden (2011) mostra que a difusão das cidades (expansão urbana; consultar o tópico Impacto sobre os acidentes) é influenciada por condições locais e por condições econômicas internacionais/fatores sociais, ou seja, o desejo de se estabelecer em áreas de grandes lotes e próximas a áreas verdes, fatores relacionados aos transportes bem como à política e às estruturas regulatórias (isto é, municípios que visam atrair mais cidadãos facilitando-lhes grandes lotes residenciais em áreas verdes).

Descrição da medida

A base legal para o planejamento do uso e ocupação do solo está no Código de Planejamento e Construção (www.lovdato.no). No Código também estão as ferramentas que podem ser utilizadas, como, por exemplo, para garantir que uma área residencial não seja desenvolvida e colocada em uso antes que as rotas do transporte escolar estejam devidamente protegidas. O uso do solo em uma área pode ser definido por meio de vários tipos de planos. Os principais são:

- plano regional (condado);
- plano municipal (elemento social e gestão do solo);
- plano de zoneamento.

Os tipos de plano no Código de Planejamento e Construção são vistos como uma hierarquia. Isso significa que os planos regionais oferecem orientações na forma de diretrizes e regulamentações (uma inovação do Código de Planejamento e Construção de 2008) que servirão de base para a preparação de planos municipais. Os planos municipais fornecem diretrizes para todas as remodelações nos municípios e para a preparação de planos de zoneamento dos municípios.

Plano regional (condado): coordenado pelo condado, abrange as regiões no âmbito do planejamento municipal e das operações regionais. O planejamento regional deve se responsabilizar por assuntos de zoneamento de interesse nacional ou intermunicipal. Isso poderia, por exemplo, servir de proteção

para importantes áreas naturais ou de lazer, grandes projetos de urbanização e os principais meios de transporte. A autoridade de planejamento regional ligada a um plano regional pode estabelecer disposições no planejamento regional para garantir que as considerações e interesses nacionais ou regionais sejam protegidos.

O **plano municipal** consiste de um elemento social que se dá por meio da implementação (programa) em uma parte de determinada área. O plano municipal contém objetivos de longo prazo e estratégias para operações próprias do município, bem como do condado e das atividades de autoridades regionais de uma cidade e um programa que especifica como o município prioriza e segue seus objetivos e como as medidas podem ser implementadas dentro da estrutura financeira da cidade em questão. O plano municipal de uso e ocupação do solo especifica todo o desenvolvimento futuro do solo no município. Esta parte inclui mapas da propriedade de efeito legal vinculante com as devidas políticas e regulamentações.

O plano do município especifica o desenvolvimento de áreas de construção, infraestrutura, agricultura, áreas de natureza e recreação e outras áreas que estão prestes a ser reservadas ou são faixas acrescidas para fins específicos. Um plano de uso e ocupação do solo também mostra o sistema de tráfego com a rede viária global para as vias de condução, trânsito, pedestres, ciclovias e trilhas para caminhadas.

Em 2000, aproximadamente 90% dos municípios noruegueses prepararam e adotaram a administração municipal do solo (Miljøverndepartementet, 2001). Uma pesquisa de 1997 (Falleth, Holsen e Røe, 1997) mostra a correlação entre o preparo do desenvolvimento municipal e a centralidade municipal. A centralidade aqui se baseia na definição do Escritório Central de Estatística da Noruega: um município localizado em relação a um centro (uma cidade) onde há funções centrais.

O **zoneamento** significa um plano detalhado com disposições que regulam o uso, a proteção e o projeto de espaços e de ambientes naturais em um município. Muitas das medidas específicas de segurança viária, principalmente as relacionadas aos projetos de vias ou controle do tráfego, só podem ser implementadas com base no zoneamento. O zoneamento é atribuído em função dos diferentes tipos de finalidade, incluindo locais de construção e áreas de circulação pública. As áreas de circulação pública

incluem vias, calçadas, vias para pedestres, ciclovias, áreas de recreação e praças.

O zoneamento pode, entre outras coisas, incluir disposições relativas aos limites de construção nas vias públicas, visibilidade não obstruída em interseções, projeto de acessos, saídas e retornos viários, raios de curva em interseções, acesso a estacionamento em vias públicas e ângulo para estacionar. As disposições relativas a projetos viários ou ao tráfego devem cumprir as normas para projeto viário (Håndbok 017, Statens vegvesen, 2008), que fornecem diretrizes pormenorizadas para a concepção de cada tipo de via.

Quando for necessário proteger os interesses nacionais ou regionais, o Rei do Conselho estabelece as diretrizes de planejamento do governo (antigas diretrizes nacionais) e as disposições do planejamento do Estado (antigas disposições para políticas) relativas ao teor do planejamento. Estas políticas e regulamentações de planejamento são um instrumento que o governo pode utilizar para aplicar políticas nacionais nos níveis regional e municipal.

Impacto sobre os acidentes

O planejamento de uso e ocupação do solo pode ajudar a impactar a segurança viária da seguinte forma:

- no volume total de tráfego (número de quilômetros percorridos) em uma área;
- na distribuição do tráfego entre rodovias e vias de diferentes funções;
- com as opções de transporte;
- no nível de risco de cada via.

Um plano de uso e ocupação do solo pode, por exemplo, afetar a localização de empreendimentos que geram tráfego de modo que o prejuízo do tráfego para as empresas e vindo das empresas possa ser distribuído coletivamente ou ser transferido para as partes da rede viária onde se observa um menor índice de acidentes, ou de modo que a distância das áreas residenciais seja a mais curta possível. Um plano de uso e ocupação do solo também pode, de um modo mais geral, afetar o padrão de desenvolvimento urbanístico, como, por exemplo, até que ponto as cidades são fragmentadas e dispersas por uma vasta área, com longas distâncias e consequente dependência do uso do automóvel, ou são mais compactas, com distâncias curtas de viagem. Saizen et al. (2006) mostraram que os planos de uso e ocupação do solo reduzem a fragmentação das cidades.

Não foram encontrados estudos que examinaram o impacto de um plano de uso e ocupação do solo na segurança viária. Contudo, foram encontrados muitos estudos que examinaram a relação entre o número de acidentes e os fatores que podem ser influenciados por um plano de uso e ocupação do solo, incluindo edifícios, densidade populacional, edifícios residenciais, o número de postos de trabalho, estabelecimentos comerciais, escolas e pontos de ônibus em uma determinada área. A maioria dos estudos desenvolveu modelos de acidente que preveem o número de acidentes em certas áreas com base em diferentes variáveis de uso e ocupação do solo (densidade populacional, etc.) e outras variáveis de previsão (como, por exemplo, volume de tráfego, população, extensão da via, tipo de via e variáveis demográficas e socioeconômicas). As áreas podem ser de qualquer dimensão, desde áreas pequenas de uma cidade até cidades ou províncias/regiões inteiras em um país. A interpretação dos resultados desses estudos depende das variáveis de exposição pelas quais são controlados. Se, por exemplo, forem controlados pelo volume de tráfego, pode haver uma correlação positiva entre a variável X e o número de acidentes por área e se interpretar que o número de acidentes por veículo-km (em áreas de acidentes) tem uma correlação positiva com a variável X.

Os resultados não podem ser resumidos por uma meta-análise.

Relação entre o uso e ocupação do solo e o volume de tráfego

O volume de tráfego é quase proporcional ao número de acidentes. O modo como o uso e a ocupação do solo impactam o fluxo de tráfego é, portanto, um importante pré-requisito para a relação entre o uso e ocupação do solo e a segurança viária. Uma urbanização dispersa, por exemplo, geralmente envolve longas distâncias e poucas oportunidades de se deslocar por outros meios de transporte além do automóvel e, portanto, apresenta mais veículos-km por residente do que uma urbanização mais densa (Newman e Kenworthy, 1989; Ewing, Pendall e Chen, 2003; Litman, 2002; Engebretsen e Christiansen, 2011). Næss (1996) mostra que, quando a densidade da urbanização aumenta de um vilarejo de aproximadamente 600m² por habitante para um vilarejo residencial de 300m² por habitante, a redução do volume de tráfego per capita é de cerca de 33%. Contudo, tanto a extensão média de um deslocamento per capita quan-

to o número de pessoas que utilizam o automóvel também dependem de outros fatores além da densidade populacional, como padrão de localização, transporte público e restrições de estacionamento (Engebretsen e Christiansen, 2011). A construção de grandes shopping centers perto das vias principais, por exemplo, aumenta o tráfego (Engebretsen, 1991; Dumbaugh et al., 2009).

Em áreas escassamente povoadas, o trânsito de pedestres geralmente é pequeno. O número de pedestres aumenta com o aumento da densidade populacional, com a proporção de edifícios residenciais, com o número de empregos, o número de escolas e o número de pontos de ônibus ou estações de metrô, e com a crescente proporção de vias menores (que não sejam artérias urbanas; Miranda-Moreno et al., 2011; Pulgurtha e Repaka, 2008). Em geral as áreas que são mais acessíveis por transporte público possuem maior fluxo de pedestres que as outras (Ukkusuri, udatert; Wier et al., 2009; Graham e Glaister, 2003). Por outro lado, nas áreas onde muitos residentes possuem automóvel e alto status socioeconômico, há um menor fluxo de pedestres e maior tráfego de veículos do que em outras áreas (Holtzclaw et al., 2002). As relações entre as diferentes variáveis de uso e ocupação do solo e o volume de tráfego/número de pedestres estão descritas nos tópicos a seguir, que tratam da relação com o número de acidentes.

Densidade populacional e da urbanização

A densidade populacional consiste no número de habitantes por área (por quilômetro quadrado, por exemplo). A densidade da urbanização descreve em termos mais gerais o quão densamente povoada uma área é (com residências e outros edifícios, independente da população). Geralmente faz-se uma distinção entre densidades urbanas e rurais, e vários estudos examinaram a relação entre a densidade de urbanização e os acidentes apenas em áreas urbanas ou apenas em áreas rurais. As densidades rurais e urbanas neste capítulo são chamadas de áreas urbanas (cidades) e áreas rurais. Os estudos que examinaram a relação entre a densidade populacional e da urbanização e o número de acidentes são os seguintes:

Krenk, 1985 (Dinamarca): Risco de acidentes com feridos nos diferentes tipos de vias;

Thulin, 1991 (Suécia): Risco de acidentes com feridos nos diferentes tipos de vias;

- US Department of Transportation, 1991 (EUA): Risco de acidentes com feridos nos diferentes tipos de vias;
- UK Department of Transport, 1992 (Grã-Bretanha): Risco de acidentes com feridos nos diferentes tipos de vias;
- Poppe, 1993 (Holanda): Risco de acidentes com feridos nos diferentes tipos de vias;
- Elvik e Muskaug, 1994 (Noruega): Risco de acidentes com feridos nos diferentes tipos de vias;
- Elvik, 1996 (Noruega): Risco de acidentes com feridos nos diferentes tipos de vias;
- Garber e Lienau, 1996 (EUA): Áreas urbanas *vs* áreas rurais; número de pedestres por habitante dentro e fora dos limites da cidade;
- Tielaitos, 1997 (Finlândia): Risco de acidentes com feridos nos diferentes tipos de vias;
- Abdel-Aty e Radwan, 2000 (EUA): Áreas urbanas *vs* áreas rurais; número de acidentes por quilômetro de via nas principais vias da Flórida;
- Frumkin, 2002 (EUA): Densidade da urbanização nas cidades; número de acidentes com pedestres por habitante nas cidades (diversas cidades dos EUA);
- La Scala, Gerber e Gruenewald, 2002 (EUA): Densidade populacional nas cidades; número de pedestres por área em São Francisco;
- Ewing, Schieber e Zegeer, 2003 (EUA): Densidade da urbanização nas cidades; todos os acidentes/acidentes com pedestres por região nos EUA;
- Ladron de Guevara et al., 2004 (EUA): Densidade populacional nas cidades; número de acidentes (todos os feridos) por área em Tuscon, AZ;
- Noland e Quddus, 2004 (Grã-Bretanha): Áreas urbanas *vs* áreas rurais; densidade populacional em todos os tipos de área; número de mortos/número de feridos em áreas com 2.000 habitantes na Inglaterra;
- Graham, Glaister e Anderson, 2005 (Grã-Bretanha): Densidade populacional em todos os tipos de área; número de acidentes com pedestres na Inglaterra;
- Noland e Quddus, 2005 (Grã-Bretanha): Densidade populacional das cidades; número de acidentes com feridos/acidentes com pedestres por distrito em Londres, dentro e fora do horário de pico;
- Eksler et al., 2006 (vários países europeus): Densidade populacional em todos os tipos de área; número de mortes por habitante;
- Kim, Brunner e Yamashita, 2006 (EUA): Densidade populacional em todos os tipos de área; número de acidentes por área (Haváí; todas as áreas são iguais);
- Lee e Abdel-Aty, 2006 (EUA): Áreas urbanas *vs* áreas rurais; acidentes em cruzamentos na Flórida (análise dos níveis de acidente);
- Lovegrove e Sayed, 2006 (Canadá): Densidade populacional das cidades; número de acidentes por área em Vancouver;
- Clifton e Kremer-Fulst, 2007 (EUA): Densidade em todos os tipos de área; número de acidentes com pedestres, ou seja, por habitante, nas imediações da escola;
- Loukaitou-Sideriset al., 2007 (EUA): Densidade populacional nas cidades; densidade da urbanização nas cidades; número de acidentes com pedestres nas áreas de Los Angeles;
- Jones, 2008 (Grã-Bretanha): Áreas urbanas *vs* áreas rurais; número de feridos/número de mortos nos distritos da Inglaterra e do País de Gales;
- Clifton, Burnier e Akar, 2009 (EUA): Densidade populacional das cidades; acidentes com pedestres em Baltimora, Maryland (análise dos níveis de acidente);
- Dumbaugh, Rae e Wunneberger, 2009 (EUA): Densidade populacional das cidades; acidentes em áreas e cidades do Texas;
- Sukhai, Jones e Haynes, 2009 (África do Sul): Densidade populacional em todos os tipos de área; número de acidentes envolvendo veículos/pedestres por habitante de cada distrito;
- Huang etc., 2010 (EUA): Densidade populacional em todos os tipos de área; áreas urbanas *vs* áreas rurais; número de acidentes por região na Flórida;
- Hanna et al., 2011 (EUA): Áreas urbanas *vs* áreas rurais; acidentes fatais por região nos EUA;
- Jones et al., 2011 (Grã-Bretanha): Áreas urbanas *vs* áreas rurais; número de acidentes por área (bairro) na Grã-Bretanha;
- Miranda-Moreno, Morency e El-Geneidy, 2011 (Canadá): Densidade populacional das cidades; acidentes com pedestres nos semáforos de Montreal;
- Siddiqui, Abdel-Aty e Choi, 2011 (EUA): Áreas urbanas *vs* áreas rurais; número de acidentes com pedestres por área (pequenas áreas em um distrito) na Flórida;
- Moudon et al., 2011 (EUA): Densidade populacional em todos os tipos de área; densidade populacional nas cidades; gravidade dos acidentes com pedestres (análises dos níveis de acidente);
- Siddiqui, Abdel-Aty e Choi, 2011 (EUA): Densidade populacional em todos os tipos de área; número de acidentes com pedestres por área (pequenas áreas em um distrito) na Flórida; e
- Ukkusuri et al., sem data (EUA): Densidade populacional nas cidades; número de acidentes com pedestres por área em New York.

Os resultados descrevem os primeiros estudos que compararam os riscos de acidentes entre áreas ur-

banas e rurais ou entre áreas mais ou menos densamente povoadas tanto urbanas quanto rurais. O próximo tópico descreve os estudos que se baseiam em acidentes em áreas urbanas.

Densidade populacional e de urbanização em áreas urbanas vs rurais

Quando se leva em conta as diferenças de volume de tráfego, os resultados da maioria dos estudos indicam que as áreas urbanas ou densamente povoadas têm mais acidentes (maior risco de acidente) que as áreas rurais ou menos densamente povoadas. Além disso, a maioria dos estudos que não controlou a quantidade de tráfego mostra que as áreas urbanas ou densamente povoadas têm mais acidentes por habitante que as áreas rurais ou menos povoadas. A relação entre a densidade populacional e de urbanização e o número de acidentes por habitante é menor e menos consistente que a relação entre os acidentes.

Os dados sobre acidentes e exposição da Noruega mostram que a proporção entre o número de acidentes com vítimas por veículo-km em vias de pista simples em áreas urbanas vs rurais é de 1,5 para limite de velocidade de 50 km/h e de 1,3 para limites de velocidade de 60, 70 e 80 km/h. As mesmas proporções para os custos com danos por veículo-km são de 1,3 para limite de velocidade de 50 km/h; 1,2 para limite de velocidade de 60 e 70 km/h e 1,1 para limite de velocidade de 80 km/h (ver tabela 3.9 na Parte I deste Manual). Estudos de antes de 1997 mostram que a proporção entre o número de acidentes com vítimas por veículo-km em áreas urbanas vs rurais fica entre 1,7 e 3,3 nas vias principais, entre 1,2 e 2,2 nas vias secundárias e entre 1,02 e 2,3 nas vias de acesso.

Existem várias explicações possíveis para o risco maior de acidentes em áreas urbanas. As áreas urbanas possuem várias interseções e, portanto, mais pontos potenciais de conflito e geralmente possuem mais pedestres e ciclistas. A velocidade nas áreas urbanas é em média mais baixa e, assim, ela não pode explicar o risco maior de acidentes. Os estudos (além daqueles sobre volume de tráfego) que controlaram as diferenças de população, variáveis socioeconômicas e demográficas e extensão e padrões das vias mostram que as áreas urbanas têm tantos acidentes quanto as áreas rurais ou menos. As diferenças nestes fatores podem, portanto, explicar as diferenças no risco de acidentes entre áreas urbanas e rurais.

Os resultados de vários estudos sugerem que os acidentes em áreas urbanas são em média menos graves que nas áreas rurais. O número de acidentes fatais diminuiu com o aumento da densidade populacional quando são consideradas as diferenças no volume de tráfego. Além disso, o número de acidentes com vítimas e fatais por habitante é mais baixo em áreas mais densamente povoadas.

As explicações para os acidentes menos graves em áreas urbanas são a velocidade mais baixa e geralmente um projeto viário que favorece os pedestres. Quando se observa os custos médios de indenização dos acidentes com vítimas na Noruega para os vários tipos de acidente, constata-se que eles geralmente são mais altos em áreas rurais que em áreas urbanas. Os custos com danos dependem principalmente da quantidade e de como os ferimentos são causados no acidente, sendo que a velocidade mais alta geralmente envolve lesões mais graves. A relação entre os custos com danos em áreas urbanas vs rurais é de 2,0 para colisões, 1,7 para acidentes com animais, 1,3 para acidentes com pedestres, 1,2 para colisões traseiras e 1,1 para acidentes em interseções (ver tabela 6.3 da Parte I deste Manual).

Densidade populacional e de urbanização em áreas urbanas

Os resultados mostram que uma urbanização dispersa (expansão urbana ou *urban sprawl*) leva a mais acidentes com pedestres que uma urbanização mais densa, tanto ao calcular-se uma taxa em relação à população quanto ao se levar em conta a quantidade de tráfego e o número de pedestres. A explicação é que a expansão urbana muitas vezes envolve uma série de fatores relacionados ao alto risco de acidentes: excesso de velocidade, muitas lojas e condomínios de apartamentos, muitas saídas para lojas e outros estabelecimentos comerciais, longas distâncias entre os cruzamentos e as faixas de pedestres e inexistência de calçadas. Além disso, a expansão urbana apresenta maior tráfego por habitante que as áreas mais densamente povoadas (Litman, 2002; Shankar et al., 2003). De acordo com Litman (2002), o deslocamento de um residente em áreas suburbanas é em média três vezes maior e duas vezes mais rápido que o de um morador em áreas urbanas. Portanto, tanto o número de acidentes por habitante quanto a gravidade dos acidentes são mais altos. O número de pedestres, conforme Shankar et al. (2003), é três vezes mais

alto nas áreas urbanas, onde a maioria das vias tem calçadas, que nas zonas suburbanas, com aglomerações menores e menos pavimentação. Isso pode levar a mais acidentes com pedestres, porém reduz o risco para cada pedestre.

Enquanto os resultados que se aplicam à densidade da urbanização/expansão urbana são consistentes, os resultados dos estudos sobre a relação entre a densidade populacional e o número de acidentes são muito divergentes. A única conclusão que se pode tirar da relação entre a densidade populacional e o número de acidentes nas cidades é que o número total de acidentes por área é maior nas áreas mais densamente povoadas. Uma possível explicação para os resultados divergentes é que todos os estudos controlaram diferentes variáveis de exposição (área, quilômetros de via, população, volume de tráfego e número de pedestres). Muitas das variáveis controladas não têm relação com os resultados. Outra explicação possível é que os estudos utilizaram diferentes definições de áreas (semáforos, edificações, bairros). Geralmente são áreas menores que as áreas no estudo da correlação entre a densidade populacional e o número de acidentes nas cidades. É, portanto, possível que em menor grau (e em graus variados) se considere que os diferentes padrões das edificações impactem o volume de tráfego numa área maior. Também é possível que existam outros fatores, além da densidade populacional, com maior correlação com o número de acidentes (por habitante, por veículo-km ou por pedestre), entre outros padrões de urbanização e localização de estabelecimentos comerciais, escolas, locais de trabalho, etc.

Distância do centro

Foram encontrados três estudos sobre o número de acidentes dentro e fora das áreas suburbanas, sendo que dois se referem a acidentes com pedestres:

Zajac e Ivan, 2000 (EUA): acidentes em rodovias de pista simples sem pontos de parada ou semáforos em áreas rurais (análise do nível de acidentes);

Clifton, Burnier e Akar, 2009 (EUA): acidentes com pedestres em Baltimore City, Maryland (análise do nível de acidentes);

Marshall e Garrick, 2011 (EUA): número de acidentes com pedestres por área em 24 cidades da Califórnia.

Marshall e Garrick (2011) mostram que a área central e a área próxima ao centro possuem mais

acidentes (com grau de lesão não especificado) que nas áreas mais distantes do centro, onde se consideram as diferenças no volume de tráfego. O número de mortos em acidentes é menor nas áreas centrais.

Zajac e Ivan (2000) e Clifton Zajac (2009) mostram que os acidentes com pedestres são menos graves nas áreas centrais. Nenhum destes dois estudos levou em consideração o volume de tráfego. A explicação é provavelmente pelo fato de haver menor velocidade, com mais vias pavimentadas e muitos pedestres nos subúrbios e nas áreas com alta densidade de edifícios residenciais.

Edifícios residenciais

Foram encontrados oito estudos que compararam o número de acidentes entre áreas residenciais e outras áreas:

Bennett e Marland, 1978 (Grã-Bretanha): porcentual de feridos por habitante;

Blakstad, 1990 (Noruega): riscos de acidentes em diferentes tipos de edifício;

Köhler e Schwamb, 1993 (Alemanha): risco de acidentes em diferentes tipos de edifício;

Ivan, Wang e Bernardo, 2000 (EUA): acidentes em rodovias de pista simples sem canteiro central;

Kim e Yamashita, 2002 (EUA): acidentes por área (Havaí; todas as áreas são iguais);

Shankar et al., 2003 (EUA): acidentes por trechos de via;

Obeng, 2007 (EUA): acidentes em interseções na cidade de Greensboro, Carolina do Norte, e

Ukkusuri et al., sem dados (EUA): acidentes com pedestres por área na cidade de Nova Iorque.

Os resultados indicam que o número de acidentes e a taxa de feridos são mais baixos em áreas residenciais do que em áreas comerciais ou industriais. A explicação são as diferenças no volume do tráfego (menos tráfego) e menor velocidade nas áreas residenciais. Uma pesquisa britânica (Bennett e Marland, 1978) mostrou vias de acesso em áreas residenciais em que o número de acidentes por habitante cresceu com o aumento do número de residências com acesso às rodovias. Uma possível explicação é a diferença no volume de tráfego. As vias de acesso que fornecem conexão a muitas residências causam mais tráfego que as vias de acesso que ligam a poucas residências. Isso é consistente com os resultados dos estudos de Ivan et al. (2000; conforme referência anterior).

Empregos e a má localização das empresas

A relação entre o número de acidentes e a localização de uma área empresarial foi investigada em 14 estudos:

Ladron de Guevara et al., 2004 (EUA): acidentes (todas as gravidades) por área em Tosco, AZ;
 Noland e Quddus, 2004 (Grã-Bretanha): mortos-feridos por área com 2.000 residentes na Inglaterra;
 Graham, Glaister e Anderson, 2005 (Grã-Bretanha): acidentes com pedestres na Inglaterra;
 Noland e Quddus, 2005 (Grã-Bretanha): acidentes com feridos/acidentes com pedestres por distrito em Londres e fora do horário de pico;
 Kim, Brunner e Yamashita, 2006 (EUA): comparação de áreas (Havaí; todas as áreas são iguais);
 Lovegrove e Sayed, 2006 (Canadá): acidentes por área em Vancouver;
 Quddus, 2008 (EUA): acidentes com feridos/acidentes por área na grande Londres;
 Hadayeghi et al., 2009 (Canadá): acidentes por área em Toronto;
 Wier et al., 2009 (EUA): acidentes com pedestres por área em São Francisco;
 Steinbach et al., 2010 (Grã-Bretanha): acidentes com pedestres por área per capita em Londres;
 Marshall e Garrick, 2011 (EUA): atropelados por área em 24 cidades da Califórnia;
 Miranda-Moreno, Morency e El-Geneidy, 2011 (Canadá): acidentes com pedestres nos semáforos de Montreal;
 Moudon et al., 2011 (EUA): gravidade de acidentes com pedestres (análises de níveis de acidente) e
 Siddiqui, Abdel-Aty e Choi, 2011 (EUA): acidentes com pedestres por área (pequenas áreas em um distrito) na Flórida.

Os resultados sugerem que mais empregos em determinada área pode resultar em um aumento do número total de acidentes e do número de acidentes com pedestres. Quando se levam em consideração os resultados divergentes do volume de tráfego, o risco de todos os acidentes e de acidentes com pedestres é inalterado ou aumenta. Os estudos que controlaram a quantidade de tráfego também controlaram muitos outros fatores, que, no entanto, não têm correlação com os resultados.

A mudança de uma área empresarial para outra poderia ter maiores consequências na extensão do trajeto e nas escolhas de transporte. Vários estudos de transferência de centros empresariais na Noruega e em outros países mostram que a proporção do uso

do transporte público e daqueles que utilizam a bicicleta para ir trabalhar diminuiu e a porcentagem de pessoas que utilizam o automóvel aumenta quando um centro empresarial é deslocado de uma área central para outra área menos central (Hanssen, 1993, 1995; Strand, 1993; Lervåg, 1985); sendo assim, há um resultado adverso quando isso ocorre (Fosli, 1995). A localização na periferia de uma grande cidade muitas vezes também aumenta o volume de transporte total (o número de passageiros-km) das viagens casa-trabalho-casa. Esta mudança no padrão de deslocamento leva a mais acidentes. A decisão de percorrer uma distância maior para chegar ao trabalho também depende da facilidade de estacionamento no local e da disponibilidade de transporte público. Um estudo sobre transferência de local foi realizado por oito institutos de pesquisa em Oslo e mostrou que a taxa de viagens de automóvel diminuiu, enquanto que a taxa de viagens por transporte público aumentou, embora os serviços após a transferência de local tenham ficado mais longe do centro que antes. Isso se explica pelo acesso reduzido ao estacionamento e por um sistema de transporte público relativamente bom (Tennøy e Lowry, 2008).

Lojas e restaurantes

A relação entre o número de lojas e restaurantes e o número de acidentes nesta área foi pesquisada nos 17 estudos a seguir:

Ivan, Wang e Bernardo, 2000 (EUA): número total de acidentes em rodovias de pista simples sem canteiro central;
 Zajac e Ivan, 2000 (EUA): acidentes em rodovias de pista simples sem pontos de parada ou controle semafórico em áreas rurais (análise dos níveis de acidente);
 Ossenbruggen et al., 2001 (EUA): acidentes em rodovias de pista simples sem canteiro central em urbanizações dispersas e com canteiro central em áreas mais densamente populosas em New Hampshire;
 Kim e Yamashita, 2002 (EUA): número de acidentes por área (Havaí: todas as áreas são iguais);
 Shankar et al., 2003 (EUA): acidentes por trechos de via;
 Kim, Brunner e Yamashita, 2006 (EUA): número de acidentes por área (Havaí: todas as áreas são iguais);
 Clifton e Kremer-Fulfs, 2007 (EUA): número de acidentes com pedestres em área escolar;
 de Loukaitou-Sideris et al., 2007 (EUA): número de acidentes com pedestres na cidade de Los Angeles;
 Obeng, 2007 (EUA): acidentes em interseções na cidade de Greensboro, Carolina do Norte;

Clifton, Burnier e Akar, 2009 (EUA): acidentes com pedestres na cidade de Baltimore, Maryland (análise dos níveis de acidente);
 Dumbaugh, Rae e Wunneberger, 2009 (EUA): acidentes em áreas de cidades do Texas;
 El-Basyouni e Sayed, 2009 (Canadá): acidentes nas vias principais e nas áreas urbanas (vias arteriais urbanas);
 Wier et al., 2009 (EUA): número de acidentes com pedestres na cidade de San Francisco;
 Rifaat e Tay, 2010 (Canadá): acidentes em áreas da cidade de Calgary, Alberta;
 Marshall e Garrick, 2011 (EUA): número de acidentes com pedestres por área em 24 cidades da Califórnia;
 Miranda-Moreno, Morency e El-Geneidy, 2011 (Canadá): acidentes com pedestres nos semáforos em Montreal;
 Moudon et al., 2011 (EUA): acidentes por atropelamento (análise do risco de acidentes); e
 Ukkusuri et al., sem dados (EUA): número de acidentes com pedestres por área em New York.

Todos os estudos utilizam diferentes variáveis que representam os estabelecimentos comerciais (lojas e estabelecimentos licenciados), tais como: a proporção da área utilizada para os citados estabelecimentos comerciais, o número de estabelecimentos comerciais em um raio de 0,5 km e as áreas com principalmente empresas comerciais *vs* outras áreas. A maioria dos estudos mostra que (mais) operações comerciais repercutem num aumento do número de acidentes ou que há mais acidentes em áreas comerciais que nas demais áreas. Isso se aplica a todos os tipos de área (urbana, rural e mista), a todos os tipos de acidentes envolvendo um veículo motorizado e pedestres, a todos os níveis de lesão e se há controle do volume de tráfego/número de pedestres ou não. Há um maior número de acidentes, especialmente acidentes com pedestres, quando não se leva em consideração o volume de tráfego ou o número de pedestres (esse fenômeno pode ser explicado pelo maior de tráfego e pelo maior número de pedestres). Uma possível explicação para o risco maior de acidentes em áreas com muitas lojas e restaurantes é o fato de que elas têm muitas faixas de pedestres, interseções e saídas, então há muitos pontos de conflito. Um pequeno número de estudos não encontrou nenhuma relação entre estabelecimentos comerciais e acidentes, e isso se aplica a tipos específicos de acidentes (acidentes em semáforos e aqueles que envolvem um só veículo).

O impacto das lojas e restaurantes nos acidentes pode variar dependendo da localização do negócio.

Moudon et al. (2011) mostram que os acidentes com pedestres nas rodovias federais (rotas estaduais) são menos graves em áreas com ao menos um assim chamado “centro comercial do bairro” (pelo menos um restaurante, um mercado e uma outra loja ao lado) do que em outras áreas de rotas estaduais (nenhuma correlação foi encontrada nas cidades). Dumbaugh et al. (2009) mostram os shopping centers e lojas/restaurantes ao longo das vias principais nas cidades com tráfego de passagem resultam em um número maior de acidentes (não de fatalidades). No entanto, lojas e restaurantes nas áreas de compras para pedestres (áreas com lojas menores que podem ser acessadas diretamente da rua/calçada) reduzem o número de acidentes (as análises são controladas pela quantidade de tráfego, mas não pelo número de pedestres). Os autores concluíram que a estratégia de separar as áreas residenciais das áreas comerciais (construindo lojas grandes e shopping centers nas vias principais ao invés de lojas menores em áreas residenciais) parece ser contraproducente para a segurança viária.

Status social

A relação entre os vários indicadores de status social/pobreza e o número de acidentes foi investigada em 30 estudos, dos quais a maioria foi mencionada nos parágrafos anteriores. Os estudos que não foram mencionados em parte alguma deste tópico são:

Graham e Glaister, 2003 (Grã-Bretanha): número de pedestres por área na Grã-Bretanha;
 MacNab, 2004 (Canadá): acidentes com veículos motorizados envolvendo condutores jovens nas principais áreas da British Columbia (análise dos níveis de acidente);
 Noland e Oh, 2004 (EUA): número de acidentes por região em Illinois;
 Adams et al., 2005 (Grã-Bretanha): número de acidentes com pedestres envolvendo crianças por habitante em área de risco na Inglaterra;
 Aguero-Valverde e Jovanis, 2006 (EUA): acidentes com mortos por região na Pensilvânia;
 Edwards et al., 2006 (Grã-Bretanha): número de acidentes por habitante nas áreas de Londres;
 Clarke, Ward, Truman e Bartle, 2008 (Grã-Bretanha): mortos em acidentes (análise dos níveis de acidente);
 Dumbaugh, Rae e Wunneberger, 2009 (EUA): acidentes em áreas das cidades do Texas;

Fleury et al., 2010 (França): número de acidentes por residente; e
Green, Muir e Maher, 2011 (Grã-bretanha): número de acidentes com pedestres envolvendo crianças em Leeds e Bradford.

Os indicadores de status social ou pobreza utilizados são, entre outros, a renda média na área, lares sem automóvel, índice de privação, desempregados, pessoas sem formação educacional, porcentagem da população abaixo da linha de pobreza e criminalidade. A maioria dos estudos mostra que o nível social mais baixo causa mais acidentes. Isso se aplica a vários indicadores de status social ou pobreza e a todos os tipos e gravidades de acidentes, independente de serem ou não controlados pelo volume de tráfego. Muitos estudos examinaram a relação entre o número de acidentes com pedestres e nenhum deles controlou o número de pedestres. Cinco dos estudos não encontraram relação entre o número de acidentes e um dos seguintes indicadores: renda média, propriedade de automóvel, valor médio da habitação, moradia isolada (casa não geminada) e educação. Entre as explicações para uma maior acidentalidade em áreas de menor status social estão: mais pedestres (menos proprietários de automóvel), várias crianças brincando em locais públicos e maior comportamento de risco entre os condutores (álcool, não-uso dos cintos de segurança e dirigir sem habilitação).

Escolas

A relação entre a presença de escolas e o número de acidentes na área escolar foi investigada nos seguintes estudos:

Shankar et al., 2003 (EUA): acidentes por trechos de via;
Ladron de Guevara et al., 2004 (EUA): acidentes (todos os níveis de acidente) por área em Tuscon, AZ;
Clifton, Burnier e Akar, 2009 (EUA): acidentes com pedestres na cidade de Baltimore, Maryland (análise dos níveis de acidente);
Miranda-Moreno, Morency e El-Geneidy, 2011 (Canadá): acidentes com pedestres nos semáforos em Montreal;
Moudon et al., 2011 (EUA): gravidade dos acidentes com pedestres (análises conforme o nível do acidente);
Ukkusuri et al., sem dados (EUA): acidentes com pedestres nas áreas de Nova Iorque.

Os resultados mostram que as áreas escolares têm níveis iguais ou menores de acidentes com pedestres

em comparação a áreas sem escolas quando se considera o volume de tráfego. Contudo, os estudos que não controlaram o volume de tráfego mostram que as áreas escolares têm níveis iguais ou mais acidentes com pedestres, e mais graves do que os das áreas sem escolas. Uma explicação para os vários acidentes com pedestres (quando não se considera o volume de tráfego) é que as escolas envolvem tráfego de pedestres. Explicando que não houve associação com a gravidade dos acidentes (quando se considera o volume de tráfego), Moudon et al. (2011) afirmam que os limites de velocidade geralmente são mais baixos nas proximidades das escolas.

Pontos de parada de transporte público

A relação entre os pontos de ônibus e o número de acidentes na área foi examinada por:

Noland e Quddus, 2005 (Grã-Bretanha): número de acidentes com feridos/acidentes com pedestres por distrito em Londres fora do horário de pico;
Clifton e Kremer-Fults, 2007 (EUA): número de acidentes por indivíduo nas proximidades da escola;
Quddus, 2008 (EUA): acidentes com feridos/acidentes com mortos por área na grande Londres;
Miranda-Moreno, Morency e El-Geneidy, 2011 (Canadá): acidentes com pedestres nos semáforos em Montreal;
Moudon et al., 2011 (EUA): gravidade dos acidentes com pedestres (análises dos níveis de acidente);
Ukkusuri et al., sem dados (EUA): número de acidentes por área em Nova Iorque.

Os vários estudos que pesquisaram a relação entre o número de acidentes com pedestres mostram que as áreas com ponto de ônibus, metrô ou trem possuem vários acidentes com pedestres em um nível maior que em outras áreas, independentemente de se levar em conta ou não o volume de tráfego. Pode-se interpretar que provavelmente não só há um maior número de pedestres como também o risco dos pedestres é mais alto em áreas com pontos de parada de transporte público que em outras áreas. Não foi encontrada nenhuma relação com o número de acidentes com feridos/gravidade dos ferimentos em acidentes com pedestres em dois estudos. Todas as pesquisas foram realizadas em áreas urbanas e foram controladas, entre outros, pela densidade populacional. Os resultados podem, assim, ser explicados tanto pela maior quantidade de pontos de parada quanto de pedestres em áreas centrais.

Clifton e Kremer-Fulfs (2007) mostram que os acidentes com pedestres nas proximidades das escolas seriam menos graves se os pontos de parada estivessem localizados perto da entrada/saída da escola do que o contrário. Uma possível explicação é que há poucas crianças que vão para a escola de automóvel, uma vez que há ônibus escolares e pontos de parada de bondes nas proximidades (a coleta e a entrega de crianças por veículos escolares causam muito tráfego e muitas crianças são feridas próximo às escolas a caminho do automóvel de seus pais enquanto estão na condição de pedestres).

Princípios para o projeto de vias e sistemas viários

Vias locais e sistemas viários em cidades e áreas residenciais em maior ou menor grau são executados pelas possibilidades de escoamento e conexão entre as diferentes áreas. Geralmente pode-se distinguir entre os diferentes princípios de projeto: o sistema de vias *grid iron* (“quadriculado” ou “xadrez”), que essencialmente possui vias que intersectam em ângulo reto (cruzamentos em X) ou em ortogonalidade (estes sistemas estão concentrados principalmente em áreas urbanas densamente povoadas), e no extremo oposto da escala está o sistema de vias *loops and lollipops* (“alças e ruas sem saída”), ou vias truncadas locais onde a maioria é chamada de ruas sem saída. Nessas áreas há pouca simetria e conexões entre os diferentes tipos de área (entre as áreas residenciais e comerciais, por exemplo) e muitas vezes há grandes distâncias, que causam grande uso do automóvel e utilização ineficiente do espaço (Hasse, 2002). Estes padrões de vias costumam estar em áreas com assentamentos dispersos (expansão urbana ou *urban sprawl*). Além disso, existem outros padrões de vias que têm capacidades variadas de escoamento e a presença de ruas sem saída. A possibilidade de escoamento também pode ser regulada pelo uso de vias de sentido único (ver capítulo 3.16).

Vários estudos mostram que as áreas com vias truncadas e sem oportunidades de passagem (*loops and lollipops*) têm menos acidentes e menos lesões em pedestres que as áreas com uma rede de vias ortogonais (*grid iron*) e com possibilidades de escoamento (Marks, 1957; Bennett e Marland, 1978; OECD, 1979; Rifaat, Tay e de Barros, 2011A). Isso pode ser parcialmente explicado pela menor velocidade. Os resultados, no entanto, ao menos parcialmente, também são explicados pelo fato de que as áreas com uma malha viária truncada tem

menos tráfego que as áreas com uma malha ortogonal ou em forma de grelha. Os estudos não levaram em conta o volume de tráfego. Apenas Rifaat et al. (2011A) controlaram indiretamente o volume de tráfego. Os estudos se baseiam em acidentes ocorridos em áreas pequenas, onde cada área possui um tipo de sistema viário; por conseguinte, não é levado em conta que as áreas residenciais sem possibilidade de passagem possam levar a um aumento do volume de tráfego nas vias principais e assim aumentar o número de acidentes nas vias principais (Dumbaugh et al., 2009).

Por outro lado, os estudos sobre a densidade de edifícios nas cidades (expansão urbana *vs* crescimento inteligente, conforme acima) foram realizados com base no tráfego e nos acidentes em áreas maiores. Estes estudos mostram que as pessoas que vivem em áreas com assentamentos dispersos com uma rede de vias truncadas se deslocam mais que as pessoas que vivem em outras áreas urbanas (Ewing, Pendall e Chen, 2003) e que uma urbanização mais densa mas com muitas conexões entre as diferentes áreas em média tem menos acidentes que uma urbanização densa (ver tópico sobre Densidade populacional e de urbanização). Isso pode indicar que o número menor de acidentes em áreas menores sem tráfego de passagem pode ser neutralizado, ou mais do que neutralizado, pelo aumento de tráfego e do número de acidentes em outras partes da rede viária.

Rifaat, Tay e de Barros (2011b) mostram que os acidentes envolvendo motocicleta são mais graves em áreas com vias truncadas do que em áreas urbanas com vias octogonais ou quadriculadas, o que pode ser explicado pelas muitas curvas e más condições de visibilidade. Outro fator de risco em áreas com muitos entrelaçamentos, conforme Rifaat et al. (2011A, B), é que nessas áreas há várias crianças brincando na rua.

Outro padrão de projeto que foi investigado é a associação entre a rede viária local e a rede viária principal (princípio alimentador). Considera-se a distinção entre alimentação interna, onde uma via principal adentra ou atravessa uma área num sistema de ramificações formado por vias alimentadoras de ambos os lados, e alimentação externa, onde uma via principal circunda uma área. Baseado em estudos realizados pela OECD (1979), estima-se que um sistema viário com alimentação externa apresente 33% (-52; -6) menos acidentes por habitante que o sistema viária com alimentação interna.

Impacto na mobilidade

As cidades cujo padrão de urbanização é expandido ou disperso apresentam maiores distâncias que as cidades mais densamente povoadas. Um panorama do uso e ocupação do solo e das condições de transporte em 32 grandes cidades do mundo (Newman e Kenworthy, 1989) mostra que a densidade menor de urbanização resulta em maior quilometragem por habitante ao ano e maior velocidade média do a densidade maior de urbanização. As explicações para as médias mais altas de velocidade podem ser porque há menos interseções, menos congestionamento e maior capacidade viária em cidades com baixa densidade de urbanização. No entanto, de acordo com Hasse (2002), diversos estudos mostram que o padrão disperso de urbanização resulta em mais congestionamentos que o padrão de urbanização mais adensado (crescimento inteligente). O tempo médio de viagem de casa para o trabalho e a demora média por habitante, conforme Ewing, Pendall e Chen (2003), não são mais curtos em uma área urbana dispersa que nas cidades mais densamente povoadas.

Na Noruega, o padrão de urbanização nas cidades grandes e pequenas exigiu mais área e, por tornar-se mais disperso, o deslocamento da população aumentou. A duração média das viagens por habitante por dia aumentou de 20,7 km em 1970 para 33,9 quilômetros em 1990 e para 42,2 km em 2009 (Rideng, 1996; Vågane et al., 2011).

Impacto no meio ambiente

A magnitude dos problemas ambientais relacionados ao tráfego viário tem uma forte correlação com o alcance do tráfego. Um padrão de uso do solo que cria muito tráfego, portanto, se tudo o mais permanecer igual, aumenta os problemas ambientais. Em geral, uma redução nos volumes de tráfego leva a uma redução de ruído e poluição. As pesquisas sugerem que os residentes de cidades com baixa densidade de urbanização gastem 25% mais energia com o transporte que os residentes de cidades com alta densidade (Næss, 1996). As cidades com baixa densidade de urbanização também possuem maior uso e ocupação do solo, o que leva à perda de habitats para animais e plantas, à perda de terras cultiváveis e a maiores superfícies impermeáveis por habitante, o que afeta a drenagem da água e a qualidade da água (Hasse, 2002; Litman, 2002).

Custos

Os custos com o planejamento do uso e ocupação do solo e com a urbanização de áreas varia muito, dependendo das condições locais. Os fatores que mais impactam os custos de urbanização de uma região são: a topografia (relevo), a fundação (solo) para as construções, o tipo de assentamento, a densidade de ocupação, a organização dos principais sistemas técnicos, e o alinhamento, as dimensões e o equilíbrio de massa das instalações técnicas. Os padrões de urbanização que exigem a construção das novas vias, se tudo o mais permanecer igual, são mais caros que um padrão de urbanização em que as vias existentes podem ser amplamente utilizadas. O sistema viário representa cerca de um terço dos custos de uso e ocupação do solo, de modo que, quanto mais a área for aproveitada (em ambos os lados da via, por exemplo, ou reduzindo-se a largura da área), mais diminui o número de metros de via por porção de terra (Fiskaa e Stabell, 1988).

Os padrões concentrados de urbanização costumam propiciar investimentos e custos operacionais um pouco mais baixos em geral do que os padrões dispersos (Næss, 1996). De acordo com Litman (2002), a maioria dos tipos de custos aumenta com uma densidade menor de urbanização. Isso inclui, entre outros, os custos relacionados ao uso do solo para vias e estacionamentos, transporte público, habitação, consumo de energia e emissões, projetos para pedestres, valores culturais, impactos estéticos e sociais. Por outro lado, o processo de planejamento e de decisão que leva ao início de uma construção é mais custoso numa estratégia de adensamento que uma aposta na urbanização dispersa em virtude das condições complicadas de certas propriedades e das muitas partes interessadas (Næss, 1996).

Avaliações de custo-benefício

Não foram encontrados exemplos de análises de custo-benefício formais do planejamento do uso e ocupação do solo que quantifiquem a rentabilidade econômica das várias políticas de urbanização. É difícil fazer boas análises de custo-benefício de planejamento do uso e ocupação do solo porque a medida tem muitas finalidades que nem sempre podem ser expressas significativamente em termos financeiros. Entre as qualidades e valores das áreas residenciais estão as paisagens e belos cenários, pouca poluição, pouco trânsito, poucos acidentes, baixa criminalidade, tranquilidade e baixos custos

de habitação. Nas áreas comerciais a disponibilidade é altamente valorizada. Atualmente não há nenhuma avaliação econômica satisfatória de todas estas qualidades. A base das análises de custo-benefício do planejamento de uso e ocupação do solo é, portanto, deficiente.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

As iniciativas para desenvolver o planejamento de uso e ocupação do solo podem ser tomadas, entre outros, pelo município, pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e pela iniciativa privada (interesses comerciais). A continuação do processo depende do tipo de plano que é preciso preparar.

Requisitos e procedimentos formais

Os requisitos e procedimentos formais seguem o Código de Planejamento e Construção.

Responsabilidade pela execução da medida

O município é responsável basicamente pela elaboração do zoneamento municipal e pelo Código de Planejamento e Construção.

10.7 PLANEJAMENTO E CONSTRUÇÃO DE VIAS

Capítulo elaborado em 1997 e parcialmente revisado em 2011 por Michael W J Sørensen (TØI)

Problema e finalidades

Para proporcionar boa segurança viária, o planejamento e a construção das vias devem se basear no melhor conhecimento que houver sobre a relação entre o projeto viário e a segurança viária. O planejamento formal e a construção das vias devem, como medidas de segurança viária:

- localizar as vias e as atividades de modo que o volume de tráfego total seja minimizado;
- estabelecer uma hierarquia entre as vias, de modo que o tráfego com características e necessidades diferentes seja separado dos outros;

- projetar vias com o mais alto padrão de segurança possível;
- identificar lugares que tenham uma necessidade especial de medidas de segurança viária e priorizar medidas eficazes neles.

Descrição da medida

Planejamento de vias e transporte

O planejamento viário inclui todos os tipos de planos elaborados para a construção de novas vias e reabilitação e melhoria de vias existentes. O planejamento de medidas de manutenção rotineiras não está incluído na concepção de planejamento viário tal como se apresenta aqui.

O Plano Nacional dos Transportes (NTP) apresenta a política de transportes do governo e mostra uma estratégia para o desenvolvimento do sistema global de transporte viário, ferroviário, aéreo e marítimo. O processo de planejamento é feito pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, Jernbaneverket, Kystverket e Avinor AS, que submetem uma proposta conjunta para análise. Depois, o governo apresenta uma nota parlamentar que é discutida no Parlamento. O plano é realizado no horizonte de uma década, com maior peso para os primeiros quatro anos, e é revisado a cada quatro anos (Samferdselsdepartementet, 2009).

A base jurídica para o planejamento viário é formada pelas leis de planejamento e construção civil (Miljøverndepartementet, 2008). O Ministério do Meio Ambiente (2009, 2011A, 2011B) e Kleven (2011), fornecem descrições claras e detalhadas do Código de Planejamento e Construção Civil e orientações sobre seu uso.

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesen, 2011A) fornece uma visão geral de processos, diretrizes, orientações e manuais para o planejamento de vias e transporte. A fase de planejamento, dependendo do projeto, envolve:

- *Relatório sobre a escolha conceitual (KVU) e garantia de qualidade externa (KS)– nível superior:* deve ser feito para os grandes projetos (com um custo estimado de no mínimo NOK500 milhões). O propósito é analisar as necessidades de transporte e avaliar diferentes formas de resolver essas necessidades (conceitos);

- *Estudo das vias principais – nível superior: inclui uma avaliação das vias principais. Em conjunto com a NTP 2010-2019, elaborou-se um relatório para todas as 18 vias principais na Noruega, mostrando as necessidades e as possibilidades de desenvolvimento da rede viária principal em uma perspectiva de trinta anos (Statens vegvesen, 2011B);*
- *Planejamento de vias nacionais e municipais – planejamento geral:* Ministério do Meio Ambiente e Ministério dos Transportes (1994) fornecem diretrizes para o planejamento de vias nacionais e municipais. Como resultado das mudanças no Código de Planejamento e Construção Civil, em 2009 e da reforma administrativa que foi implementada a partir de 1º de janeiro de 2010, essas orientações passaram por revisão em 2011;
- *Plano regional – planejamento geral:* o esclarecimento das metas e diretrizes de longo prazo para o desenvolvimento do sistema viário regional pode ser feito pelo planejamento comum da região ou com a realização de um conselho tendo o transporte como tema. A elaboração do planejamento regional será aplicável a projetos viários envolvendo vários municípios e onde houver necessidade de coordenar escolha referente a trajetos viários;
- *Planejamento municipal e submunicipal – planejamento geral:* o conteúdo de um planejamento viário em nível municipal variará muito. O plano normalmente envolverá o estabelecimento de trajetos e esclarecimentos de normas viárias. Normalmente o projeto viário é apresentado como um planejamento submunicipal;
- *Exposição das consequências – planejamento geral:* como panorama de planejamento de grandes medidas viárias, deverá ser realizada uma avaliação do impacto como parte do processo de planejamento. No manual 140, Análise das consequências (Statens vegvesen, 2006A), é fornecida uma descrição detalhada de como realizar essas análises;
- *Zoneamento e processo de construção – planejamento detalhado:* um zoneamento viário deve mostrar o projeto detalhado e sua localização no sistema viário. A planta do local configura a base para as obras de construção dos projetos viários individuais.

Diferentes formas de prognósticos básicos e modelos nacionais e regionais de transporte de pessoas e mercadorias são utilizados como base para o planejamento. Isso se baseia parcialmente nos dados do Escritório Central de Estatística (SSB) e de pesquisas nacionais sobre hábitos de viagem (RVU).

Projeto e construção de vias

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesen, 2011C) dá um panorama das diretrizes para o projeto e construção de vias. Os diversos manuais desta Agência incluem prescrições, normas e diretrizes que devem ser seguidas no projeto e construção de vias, além de livros didáticos que podem ser seguidos.

As normas viárias englobam disposições técnicas pormenorizadas relativas ao projeto viário e às regras de trânsito. Há, ao todo, 14 normas viárias. Algumas das normas centrais estão em:

- Manual 017: Projeto de vias e ruas (Statens vegvesen, 2008A);
- Manual 018: Construção de vias (Statens vegvesen, 2011D);
- Manual 021: Túneis (Statens vegvesen, 2010);
- Manual 048: Sistemas de tráfego (Statens vegvesen, 2007A);
- Manual 049: Sinalização horizontal (Statens vegvesen, 2001A);
- Manual 050: Sinalização vertical (Statens vegvesen, 2009A).

Em adição às normas viárias, há ainda mais de 110 manuais com instruções. Muitos desses manuais podem ser relevantes para o planejamento e construção de vias. Exemplos das principais orientações estão em:

- Manual 054: Planejamento geral (Statens vegvesen, 2000);
- Manual 062: Equipamentos de segurança viária (Statens vegvesen, 2011E);
- Manual 072: Medidas de redução de velocidade (Statens vegvesen, 2006B);
- Manual 222: Inspeção e auditoria de segurança viária (Statens vegvesen, 2005);
- Manual 229: Criatividade no planejamento de vias e transporte (Statens vegvesen, 2001B);
- Manual 232: Facilitação do transporte coletivo nas vias (Statens vegvesen, 2009B);
- Manual 233: Manual de transporte cicloviário (Statens vegvesen, 2003);
- Manual 263: Projeto geométrico de vias e interseções viárias (Statens vegvesen, 2008B);
- Manual 265: Teoria do alinhamento (Statens vegvesen, 2008C);
- Manual 270: Critérios de vias de acesso (Statens vegvesen, 2007B);
- Manual 278: Projeto universal de vias (Statens vegvesen, 2011F).

Impacto sobre os acidentes

Vias novas ou vias reconstruídas afetam o fluxo de transporte, os padrões de condução e a distribuição dos meios de transporte. Todos esses fatores têm um impacto sobre a segurança viária. Geralmente os impactos de segurança viária podem ser muito situacionais. Este capítulo trata da importância para a segurança viária dos seguintes aspectos do planejamento e da construção de vias:

- requisitos padrão para vias dentro das normas viárias;
- segurança em vias novas e antigas;
- tráfego recém-criado como resultado de novas vias.

Requisitos padrão dentro das normas viárias

As normas viárias incluem uma variedade de requisitos de concepção de diferentes elementos viários. Estes requisitos incluem não só a segurança viária, mas também parâmetros como mobilidade, ambiente, estética e economia. Estes critérios são baseados na experiência e nos resultados de pesquisas e têm evoluído gradualmente, junto com o aumento do conhecimento e da necessidade de se planejar melhor as vias por conta de um tráfego em processo de crescimento. No curso de uma revisão normativa, são incorporados novos conhecimentos sobre o impacto de vários elementos de segurança viária nas normas, uma vez que eles sejam considerados técnica e economicamente viáveis. A importância da segurança nas normas viárias raramente é estudada. No entanto, as várias características da via, determinadas pela escolha do padrão viário, têm grande importância documentada para a segurança viária. Isso se refere a características como:

- Tipo e padrão de via (capítulo 1.2);
- Tipo de projeto e interseção (capítulos 1.5-1.9);
- Seção transversal da via (capítulo 1.11);
- Terreno adjacente à via (capítulo 1.12);
- Alinhamento e visibilidade da via (capítulo 1.13);
- Barreira de proteção viária e atenuadores de impacto (capítulo 1.15);
- Iluminação viária (capítulo 1.18);
- Segurança de túneis (capítulo 1.19);
- Canteiro central (capítulo 1.21).

As informações sobre o impacto dessas características na segurança são apresentadas em outros capítulos.

Segurança em vias novas e antigas

As normas viárias estão em fase de revisão. Nessas revisões, são incorporados novos conhecimentos sobre os efeitos de diferentes elementos, como a segurança viária, entre outros. Portanto, normalmente as novas vias são construídas com um padrão mais alto que o padrão da rede viária mais antiga, e isso contribui para diminuir o risco de acidentes.

Em um estudo realizado nos EUA (Chatfield, 1987), o risco de morte em vias abertas ao tráfego nos anos 1967-1971 foi comparado com o risco de morte em vias abertas à circulação até 1967. As novas vias tiveram cerca de 20% (-28%; -12%) menos acidentes fatais por 100 milhões de veículos-milha em um determinado volume de tráfego que as vias mais antigas. Em ambas as vias, antigas e novas, o risco de morte diminuiu acentuadamente com o aumento do volume de tráfego, especialmente quando o volume de tráfego era inferior a 30.000 veículos por dia. Isso pode ser, em parte, devido ao fato de que tráfego pesado significa diminuição na velocidade, o que repercute em acidentes menos graves. Vias com tráfego intenso muitas vezes também têm padrão melhor que as vias com pouco tráfego.

Algumas pesquisas norueguesas fornecem informações sobre o nível de risco em vias construídas entre 1988 e 1990 e possibilitam a comparação com vias construídas anteriormente. Essas informações existem para o trecho da rodovia E6, ao norte de Romerike em Akershus (Smeby, 1992), e para o trecho da rodovia entre Trondheim e Værnes em Trondelag do Sul e do Norte (Holt, 1993). A tabela 10.7.1 resume informações a partir dessas fontes. As informações sobre risco normal de acidente em diferentes vias foram tomadas de Elvik e Muskaug (1994).

O índice de risco na tabela 10.7.1 não mostra nenhum padrão sistemático. Alguns dos novos trechos viários têm menor nível de risco que o normal para o tipo de via em questão, outros têm risco mais elevado. Com base nestes números, não se pode afirmar que as novas vias necessariamente tenham nível mais baixo de risco que as vias mais antigas.

Tráfego recém-criado como resultado de novas vias

Uma questão discutida particularmente em relação ao desenvolvimento da rede viária principal nas grandes cidades é que as novas vias criam muito tráfego novo, de modo que os eventuais benefícios

TABELA 10.7.1: RISCO DE ACIDENTES (ACIDENTES COM VÍTIMAS POR MILHÃO VEÍCULOS-KM) EM VIAS QUE FORAM CONSTRUÍDAS ENTRE 1988 E 1990, EM COMPARAÇÃO COM O NÍVEL NORMAL DE RISCO DO TIPO DE VIA EM QUESTÃO.

Trechos	Tipo de via	Abertura	Acidentes com vítimas por milhão de veículos-km	
			Em vias novas	Em todas as vias
Dal-Hammerstad	Autoestrada B	1988	0,10	0,12
Ranheim-Reitan	Autoestrada B	1988	0,13	0,12
Jessheim-Dal	Autoestrada B	1989	0,08	0,12
Reitan-Hommelvik	Autoestrada B	1990	0,13	0,12

para a segurança viária em função da diminuição no risco de acidentes das novas vias pode ser neutralizado por um aumento do número de quilômetros percorridos. Novas vias podem afetar o volume de tráfego, entre outras coisas, por influenciar as escolhas de transporte, rota, destino, número de pessoas que optam por trafegar nos horários de pico, o padrão de uso e ocupação do solo (em longo prazo) e o padrão de transporte coletivo (em longo prazo) (Strandet al., 2009).

Há informações em uma variedade de pesquisas norueguesas mais antigas sobre o impacto do tráfego recém-criado em um sistema viário:

Haakenaasen, 1980 (desvio em Gol);
 Kolbenstvedt et al., 1989 (túnel Vålerenga em Oslo);
 Amundsen e Gabestad, 1991 (túnel Oslo em Oslo);
 Sandelien, 1992 (vários projetos na Noruega);
 Holt, 1993 (rodovia entre Trondheim e Værnes);
 Statens vegvesen Sør Trøndelag, 1996 (ampliação de duas para quatro faixas em Trondheim).

Qualquer quantidade de tráfego recém-criado depende de uma série de condições (Sandelien, 1992; Knudsen e Bang, 2007; Strand, Næss, Tennøy e Steinsland, 2009; Strand e Langmyhr, 2011), entre as quais, a disponibilidade viária anterior da área (se havia alguma); a dimensão do aumento da capacidade viária, caso anteriormente tenha havido problemas de capacidade ou não; quanto tempo se

pode economizar usando a nova via; se ela é pedagiada, etc. A tabela 10.7.2 mostra o percentual de trânsito recém-criado em parte do sistema viário da Noruega.

A tabela 10.7.2 mostra que as vias para as áreas sem vias anteriores, as vias que substituem balsas e os túneis que encurtam as distâncias existentes resultam em um considerável tráfego recém-criado. A construção de novas vias principais em cidades e o aumento da capacidade de vias principais existentes nas cidades, no entanto, não parecem criar muito mais tráfego.

Os resultados referem-se ao tráfego de vias recém-construídas ou aprimoradas. De acordo com Knudsen e Bang (2007), entretanto, grande parte desse trânsito normalmente é transferido de outros trechos viários ou outros destinos. Dessa forma, os números não representam necessariamente um aumento no volume total de tráfego em toda a rede viária.

Impacto na mobilidade

Considerações sobre a disponibilidade e a mobilidade são importantes no planejamento viário. A meta principal da construção de vias é uma superação mais eficiente das distâncias e que demande menos tempo. De acordo com o Plano Nacional de Trans-

TABELA 10.7.2: PORCENTUAL DE TRÁFEGO RECÉM-CRIADO OU NOVAS VIAGENS NO SISTEMA VIÁRIO DA NORUEGA.

Tipo de sistema viário	Período de aumento de tráfego	Porcentual de tráfego recém-criado (viagens)	
		Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Vias em áreas sem vias anteriores	Primeiro ano	+220	(+127; +351)
Ponte em vez de deslocamento de balsa	Na abertura	+69	(+41; +97)
Ponte em vez de deslocamento de balsa	Depois de dez anos	+67	(+25; +109)
Túnel que encurta distância	Na abertura	+73	(+22; +124)
Novas vias principais na cidade	Primeiros 2-3 anos	+11	(-8; +30)
Aumento da capacidade viária na cidade	Primeiros 3-8 anos	+14	(+3; +25)

portes 2010-2019, uma das definições dos principais objetivos do governo é “Melhor mobilidade e custos de distância reduzidos para reforçar a competitividade do setor e contribuir para que se mantenham as características principais do padrão do assentamento” (Samferdselsdepartementet, 2009).

O governo considera que a urbanização em grande parte vai em direção positiva. Com as medidas propostas no Plano Nacional de Transportes, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega estimou, por exemplo, que o tempo de viagem de 16 rotas selecionadas em vias estaduais poderia ser reduzido em cerca de 10-35 minutos (2-7%) (Samferdselsdepartementet, 2009).

Uma questão que se discute muitas vezes é se o desenvolvimento de vias nas grandes cidades e nas cidades pequenas melhora a mobilidade ou se as vias são imediatamente preenchidas por um aumento do tráfego, de modo que a mobilidade continue tão ruim quanto antes (Downs, 1962; Sandelien, 1992; Mogridge, 1996; Torp, 1996; Hansen e Huang, 1997; Knudsen e Bang, 2007; Tennøy, 2008; Strand, Næss, Tennøy e Steinsland, 2009; Strand e Langmyhr, 2011).

Os resultados divergem: alguns estudos mostram que o aumento do volume de tráfego imediatamente engole qualquer melhoria na mobilidade, enquanto outros mostram que a mobilidade em longo prazo melhora.

Várias pesquisas da Grã-Bretanha e dos EUA indicam que a construção de vias que imediatamente reduz o tempo de viagem em 10% normalmente leva a um aumento de tráfego de 3-5% em curto prazo e a um aumento de 5-10% em longo prazo (Strand et al., 2009). Uma pesquisa da Califórnia (Hansen e Huang, 1997) estimou que o número de veículos-km aumentou de 0,7 a 0,9% para cada ponto porcentual da capacidade viária medida em km de faixa ao longo de 20 anos. Isso significa que o crescimento de tráfego quase mantém o ritmo do aumento da capacidade viária e que o fluxo de trânsito não melhora muito, independentemente de o quanto aumente a capacidade da via. Um cálculo simples para a Noruega com base nas pesquisas sobre tráfego recém-criado mencionado em um tópico anterior mostra que o número de quilômetros percorridos nos primeiros anos aumenta cerca de 0,17% por ponto porcentual de aumento da capacidade viária medido em quilômetros de faixa. Isso significa que maior capacidade viária melhoraria o fluxo de trânsito.

Impacto no meio ambiente

Um dos quatro objetivos principais do governo no Plano Nacional de Transportes 2010-2019 é que a “Política de transportes deve contribuir para limitar as emissões de gases de efeito estufa, reduzir os efeitos ambientais dos transportes e ajudar a cumprir os objetivos nacionais e os acordos internacionais da Noruega sobre o meio ambiente” (Samferdselsdepartementet, 2009). Isso se concretiza em seis objetivos parciais:

1. contribuir para que o setor de transportes reduza as emissões de gases de efeito estufa no equivalente a 2,5-4 milhões de toneladas de CO₂ em relação às emissões previstas para 2020;
2. reduzir as emissões de NOx no setor;
3. contribuir para que as metas nacionais de poluição e ruído sejam cumpridas;
4. evitar interferências nas áreas naturais importantes e proteger importantes funções ecológicas;
5. limitar a intervenção em importantes patrimônios, ambientes e paisagens culturais e campos agrícolas;
6. evitar derramamentos de petróleo ou outras substâncias químicas perigosas como resultado de incidentes no mar.

O desenvolvimento viário pode afetar o ambiente em termos de mudança nos meios de transporte, seleção de rota, frequência, velocidade e tempo das viagens e o destino e uso e ocupação do solo. Ao mesmo tempo, a própria construção e operação das vias contribui para o impacto ambiental. Efeitos ambientais e climáticos, entre outros, são discutidos e resumidos por Nielsen (1992), Sandelien (1992), Langmyhr (1992), SACTRA (1994), Torp (1996), Elvik (1996), Knudsen e Bang (2007), Tennøy (2008), Strand, Næss, Tennøy e Steinsland (2009), Strand e Langmyhr, 2011. Consulte Tiltakkatalog.no (Strand e Langmyhr, 2011) para uma especificação dos possíveis efeitos climáticos e ambientais.

Custos

Os custos do planejamento e construção de vias variam muito, dependendo do tipo e do alcance das medidas. Túneis, pontes, novas ligações viárias e expansão nos números envolvem grandes custos financeiros, especialmente em áreas densamente povoadas. Várias medidas técnicas menores de tráfego, como alterações de interseções, controle de velocidade, priorização de semáforos, medidas de redução

de velocidade, ciclovias, etc, geralmente envolvem custos relativamente, moderados (Strand e Langmyhr, 2011).

O Plano Nacional de Transportes 2010-2019 indicou um quadro econômico médio anual para grandes projetos de investimento em vias de cerca de NOK5 bilhões em 2009 para o período de 2010-2019. Além disso, anualmente são usados cerca de NOK2, 2 bilhões em projetos menores, vias de pedestres e ciclovias, segurança viária, medidas ambientais e de serviços, medidas de transporte coletivo, planejamento de redes viárias truncadas, aquisição de mais terrenos, etc. O planejamento e a aquisição de mais terras representam cerca de 4% do quadro financeiro global, enquanto as medidas de segurança viária representam aproximadamente 12% (Samferdselsdepartementet, 2009).

Avaliações de custo-benefício

Uma avaliação conceitual (AC) inclui uma análise das necessidades, um documento estratégico, um documento de requisitos e uma análise alternativa. Na última parte da análise, vários conceitos são desenvolvidos e avaliados em relação à eficiência e à rentabilidade econômica. O resultado dessas análises econômicas varia de projeto para projeto e para as diferentes alternativas. Uma avaliação conceitual também inclui análises econômicas que incluem tanto os impactos monetarizáveis quanto os não monetarizáveis. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega (Statens vegvesen, 2006A) descreve uma metodologia para análises socioeconômicas desses projetos viários.

Uma análise socioeconômica dos projetos de investimento viário no Plano Nacional de Transportes 2010-2019 (Samferdselsdepartementet, 2009) mostrou os seguintes números (2009):

- custos (a parte do governo): NOK54,5 bilhões;
- benefícios socioeconômicos líquidos (excluindo-se a segurança viária): - NOK28,6 bilhões;
- benefícios líquidos de medidas de segurança viária: NOK8,3 bilhões;
- custos reduzidos de transporte para a sociedade: NOK61,1 bilhões;
- custos reduzidos de transporte comercial para a indústria: NOK21,1 bilhões;
- custos reduzidos de transporte para as zonas rurais: NOK16,5 bilhões.

Uma série de estudos mais antigos (Odeck, 1991, 1996; Elvik 1992, 1993; Fridstrøm, 1995; Nyborg e Spangen, 1996A, 1996B) mostrou que as decisões sobre priorização de sistema viário são muito pouco baseadas em análises de custo-benefício. Há, por exemplo, apenas uma fraca relação entre o quão alto um projeto viário prioriza o orçamento de investimento e a razão de custo-benefício do projeto. Cerca de metade dos projetos realizados no programa de investimentos do plano viário norueguês no período de 1990-1993 teve um benefício líquido negativo, ou seja, o benefício foi menor que os custos, ambos calculados em coroas norueguesas. Para o planejamento viário no período 1994-1997, Odeck (1996) mostrou que a sociedade sofre uma perda de benefícios de cerca de NOK20 bilhões (valor presente) em projetos rentáveis que são menos priorizados e não são realizados em detrimento de projetos menos rentáveis.

Pode haver uma série de explicações para a falta de peso que as análises de custo-benefício têm enquanto fundamento para a priorização de investimentos viários. Em primeiro lugar, as análises não incluem todos os impactos relevantes dos investimentos viários. Em segundo lugar, os políticos fazem uma série de considerações que se sobrepõem aos resultados das análises de custo-benefício, incluindo considerações políticas distritais e de prioridades locais (Nyborg e Spangen, 1996B). Em terceiro lugar, as prioridades do programa de investimento do plano viário e de tráfego na Noruega são, em parte, de importância puramente simbólica, porque quase todos os projetos propostos acabam sendo realizados.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A iniciativa do planejamento viário na maioria das vezes é tomada pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega, pelo estado/região ou pelo município.

Requisitos e procedimentos formais

O Código de Planejamento e Construção Civil é a base formal para o planejamento viário. Os tipos de planos mais comumente usados são planos municipais e de zoneamento. Para projetos viários, geralmente rotas, normas de trânsito e outros assuntos de grande importância são esclarecidos por meio

de um planejamento municipal. O planejamento municipal para o sistema viário também inclui uma avaliação conceitual conforme o Código de Planejamento e Construção Civil. O esclarecimento de detalhes sobre a localização e a concepção de um projeto viário normalmente ocorre por meio do zoneamento.

Responsabilidade pela execução da medida

A comunidade local e regional têm a responsabilidade formal de tomar decisões sobre o planejamento (sub)municipal e o zoneamento de acordo com o Código de Planejamento e Construção Civil.

10.8 AUDITORIAS E INSPEÇÕES DE SEGURANÇA VIÁRIA

Capítulo revisado em 2009 por Michael W J Sørensen (TØI)

Problema e finalidades

O projeto e a manutenção das vias públicas e do tráfego exige que se elabore um extenso conjunto de normas e diretrizes na maioria dos países. Estes regulamentos e diretrizes na Noruega incluem padrões de vias, de manutenção, de sinalização e uma série de outros procedimentos e especificações. Também são preparados regulamentos que estabelecem exigências para a inspeção veicular, treinamento e testes de direção. As provisões e diretrizes são regularmente revisadas, de forma parcial, para levar em conta novos conhecimentos sobre as diferenças nos elementos viários e/ou nas características dos veículos que impactam a segurança de trânsito.

Uma das finalidades das normas técnicas detalhadas de um projeto viário para a manutenção das vias e controle de tráfego é salvaguardar os interesses da segurança viária. Isso será parcialmente alcançado ao se elaborarem projetos viários e dispositivos para o trânsito com o conhecimento de o quanto o projeto impacta os acidentes e com o estabelecimento de critérios para o uso de várias medidas de controle de tráfego, a fim de assegurar que elas sejam utilizadas para fornecer um impacto mais favorável na segurança no trânsito. No entanto, acontece que em novas vias há locais particularmente propensos a acidentes (os chamados pontos críticos) logo após elas serem abertas. Podem existir várias razões para isso:

- as diretrizes não são atualizadas com novos conhecimentos sobre segurança de tráfego, também porque as políticas raramente são atualizadas;
- diretivas são compromissos entre fins conflitantes;
- as diretrizes não são seguidas;
- as decisões relativas aos custos do projeto e às condições políticas e ambientais nem sempre conduzem à solução mais segura;
- o tráfego nas vias adjacentes, o volume de tráfego e/ou o comportamento do condutor mudam depois que a via é aberta.

As auditorias de segurança de trânsito e as inspeções são projetadas para detectar erros no tráfego ou defeitos nas novas vias ou nas vias já existentes, bem como inserir medidas de controle de trânsito, assegurando que estes sejam retificados de modo que o número esperado de acidentes diminua.

Descrição da medida

As auditorias de segurança viária foram parcialmente adotadas na Dinamarca (Jørgensen e Nilsson, 1995) e na Grã-Bretanha (Brownfield, 1996) no início de 1990 e agora existem em muitos outros países europeus, além da Austrália e de vários estados americanos (Matena, Löhe e Vaneerdewegh, 2005). Não obstante o uso em vários países europeus, existem diferentes formas de inspeções e auditorias de segurança viária (Lutschounig, Nadler e Mocsari, 2005).

A finalidade das auditorias de segurança viária e respectivas inspeções é fazer com que tanto as vias novas quanto as existentes sejam tão seguras quanto possível, mesmo antes de a via ser construída ou de os acidentes acontecerem, lembrando que essas medidas focam apenas na segurança viária. Foram encontradas muitas definições diferentes de auditorias e inspeções de segurança viária. Neste tópico são utilizadas as seguintes definições baseadas em Matena et al. (2007) e Cardoso et al. (2007):

- Auditoria de segurança viária (*audit*): uma investigação sistemática e independente da segurança viária para todos os grupos de usuários que circulam em uma via ou sistema de trânsito;
- Inspeção de segurança viária: uma revisão sistemática de um novo projeto viário ou via existente com uma visão que identifique aspectos que possam oferecer perigo aos seus usuários e, exijam responsabilização formal por parte das autoridades responsáveis.

As auditorias de segurança viária devem ser realizadas em uma ou mais etapas durante o planejamento e implementação dos projetos viários: no planejamento, na preparação, no plano detalhado antes da abertura da via ao tráfego e pouco depois de as vias serem abertas (Matena et al., 2007). Uma auditoria da segurança de tráfego pode ser feita regularmente, a cada dois ou quatro anos, por exemplo, ou também em resposta a questões específicas de segurança (Cardoso et al., 2007).

Geralmente existem três partes envolvidas no processo: o gerente do projeto, a pessoa responsável por planejar e conduzir o projeto e a auditoria ou inspeção. Como as auditorias de segurança viária e as inspeções realizadas são geralmente descritas nos livros nacionais, cada manual costuma conter listas de verificação de itens que devem ser examinados. Muitos estados exigem cursos e treinamentos padronizados, além de uma certificação especial para a realização de auditorias e inspeções de segurança viária. Na Noruega, as exigências referentes às auditorias de segurança de trânsito e respectivas inspeções estão descritas no manual 222 (Trafikksikkerhetsrevisjoner- og inspeksjoner, 2005).

Impacto sobre os acidentes

Existem poucos estudos que tentaram quantificar os impactos das auditorias de segurança viária nos acidentes.

Em uma pesquisa dinamarquesa (Jørgensen e Nilsson, 1995) sobre 13 construções de rodovias em que foram realizadas auditorias de segurança de tráfego, calculou-se que as observações das auditorias conduziram a melhorias nos projetos concluídos que poderiam impedir de 25 a 28 acidentes (com vítimas

e danos materiais) por ano. Notas da auditoria nos projetos geraram custos adicionais de cerca de DK 12 milhões. O custo total da construção foi de cerca de DK 1 bilhão.

Um estudo alemão estimou que as auditorias de segurança viária podem prevenir até 70% de todos os acidentes em novas vias (BAST 2002).

O Conselho Nacional de Surrey, na Grã-Bretanha, conduziu um estudo a respeito do planejamento de tráfego com e sem auditorias de segurança viária: 19 planejamentos foram conduzidos com auditoria de segurança viária e outros 19 não tiveram nenhuma auditoria. Nas vias com auditoria de segurança viária, o número de feridos caiu de 2,08 para 0,83, enquanto que o número de pessoas feridas nas rodovias sem auditorias de segurança diminuiu em menor grau, de 2,60 para 2,34 (Surrey Country Council, 1994).

Um estudo de avaliação das auditorias de segurança viária sobre 300 acidentes em congestionamentos em Nova York mostrou um declínio de 20 a 40% no número de acidentes (FHWA, 2006). Outro estudo dos EUA mostrou que as auditorias de segurança viária levaram a uma redução de 12,5 a 23,4% no número de acidentes (FHWA, 2006).

As auditorias de segurança viária podem conduzir a implementação de diferentes medidas. Elvik (2006A) resumiu os impactos das medidas mais utilizadas (tabela 10.8.1).

Impacto na mobilidade

Não foram documentados quaisquer impactos na mobilidade.

TABELA 10.8.1: MÉDIA DE IMPACTO DAS MEDIDAS INSERIDAS APÓS AS AUDITORIAS DE SEGURANÇA VIÁRIA (ELVIK, 2006A).

Medidas	Tipos de acidentes afetados	Redução esperada no número de acidentes
Remoção de objeto fixo	Todos os acidentes	0-5%
Projetos em trechos da rodovia	Acidentes em declives	5-25%
Áreas de lazer	Acidentes em declives	10-40%
Barreiras ao longo de valas nas rodovias	Acidentes em declives	40-50%
Soluções para barreiras à beira das rodovias	Colisões contra barreiras à beira da rodovia	0-10%
Inserção de colunas de iluminação maleáveis	Colisões contra postes de iluminação	25-75%
Sinalização em curvas perigosas	Acidentes em declives nas curvas	0-35%
Soluções para a sinalização rodoviária	Todos os acidentes	5-10%

Impacto no meio ambiente

Não há documentações de possíveis impactos no meio ambiente.

Custos

Os custos das auditorias de segurança viária e as respectivas inspeções podem variar dependendo, por exemplo, do tamanho e de quando as medidas planejadas são implementadas. Pode-se distinguir entre os custos de tempo e os custos mais altos para a construção de uma via.

Os custos estão relacionados à realização das auditorias de segurança viária resumidas na tabela 10.8.2 para vários países. Estes custos variam entre EUR 600 e 6.000 por etapa ou entre EUR 700 e 2.500 por quilômetro de via. Isso corresponde acerca de 0,1 a 1,0% dos custos de construção ou a cerca de 4 a 7% dos custos de planejamento. Na Dinamarca (Jørgensen e Nilsson, 1995), os custos das auditorias de segurança viária foram calculados em torno de EUR 150.000, o que inclui medidas de custos que

foram estabelecidas de acordo com os resultados das revisões. O custo adicional para a execução das medidas propostas pelos auditores incrementou em 1,15% o custo total da construção dos projetos viários. Os custos das revisões constituem de 1-2% do total dos custos nos projetos citados (SWOV 2007).

A tabela 10.8.2 também resume os custos das auditorias de segurança viária. O custo é de aproximadamente EUR 10.000 por quilômetro ou de até EUR 50.000, se forem incluídos os custos de construção.

Avaliações de custo-benefício

A maior vantagem das auditorias de segurança viária é que os acidentes podem ser evitados antes que eles realmente aconteçam e as eventuais falhas nas vias podem ser reparadas antes que a via seja construída. Portanto, tem-se maior efetividade para atingir um melhor nível de segurança possível, além de ser mais econômico. As avaliações de custo-benefício das auditorias de segurança viária foram realizadas na Dinamarca, Alemanha, Noruega e Austrália. A tabela 10.8.3 resume os resultados.

TABELA 10.8.2: CUSTOS ESTIMADOS PARA AS AUDITORIAS DE SEGURANÇA VIÁRIA COM INSPEÇÃO EM VÁRIOS PAÍSES (MATENA, LÖHE E VANEERDEWEGH, 2005; LUTSCHOUNIG, NADLER E MOCSARI, 2005; SWOV, 2007; FHWA, 2006).

	Custos da auditoria (em EUR por etapa)	Custos da auditoria (% dos custos de construção)	Custos das inspeções
Austrália	600-6.000	0,2% (média)	10.000 €/km
Áustria	700-2.500 (por km de extensão do trecho)	0,1-0,15%	1 dia útil/10 km
Bélgica	-	-	-
República Tcheca	1.000-3.000	-	-
Dinamarca	-	< 0,5%	-
Alemanha	800-5.000	<< 1,0%	-
Noruega	-	0,1-1,0%	< 50.000 €/km (incluindo os custos de construção)
Portugal	-	4-7% (dos custos de planejamento)	3 dias úteis/40 km
Holanda	3.200-4.600	-	-
Grã-Bretanha	700-1.400	0,5%	-
EUA	2.000-5.000 (US\$ por etapa)	-	-

TABELA 10.8.3: RELAÇÕES DE CUSTO-BENEFÍCIO PARA AS AUDITORIAS E INSPEÇÕES DE SEGURANÇA VIÁRIA EM DIFERENTES PAÍSES (Rosebud, 2003, Macaulay e Mcinerney, 2002, SWOV, 2007).

	Auditorias de segurança viária	Inspeções de segurança viária
Austrália	3 – 242	2,4 – 84
Dinamarca	1,46	-
Alemanha	4 – 99	-
Noruega	1,34	-

A relação de custo-benefício varia entre 1,34 na Noruega até 242 na Austrália. Na Austrália, a relação de custo-benefício é maior que 10 para cerca de 75% de todos os projetos (Macaulay e Mcinerney, 2002). A relação de custo-benefício é acima de cinco para 47% dos projetos (Macaulay e Mcinerney, 2002).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega deve tomar a iniciativa para a introdução das auditorias e inspeções de segurança viária na Noruega.

Requisitos e procedimentos formais

As auditorias e as inspeções de segurança viária da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega devem ser planejadas e determinadas por meio de projetos, tanto nos planos de ação de 4 em 4 anos para segurança viária quanto nos planos anuais. Considera-se que as auditorias e inspeções, exceto em casos previstos de planejamentos, podem ser realizadas por uma entidade contratada, quando necessário. O manual 222, Auditorias de segurança de trânsito e inspeções, descrevem os métodos e processos. Além disso, são emitidas diretrizes próprias para as inspeções das ciclovias e do tráfego viário.

Responsabilidade pela execução da medida

De acordo com as provisões dos regulamentos sobre a gestão da segurança da infraestrutura viária, a autoridade responsável pelas vias regionais deve assegurar que as auditorias de segurança viária estendam-se a todos os projetos viários e que sejam feitas inspeções de segurança viária nas vias em operação. Em todas as auditorias e inspeções de segurança viária devem ser apontados um ou mais auditores para auditar ou inspecionar o projeto de uma via ou as características de um projeto de via já existente. Se as auditorias ou as inspeções tiverem de ser realizadas por um grupo ou ao menos um membro deste grupo, ele deve ser aprovado como auditor, conforme as orientações do manual 222 sobre auditorias de segurança viária e inspeções, bem como as disposições dos regulamentos sobre gestão da segurança e da infraestrutura viária.

10.9 IMPOSTOS GERAIS DOS VEÍCULOS

Capítulo parcialmente revisado por Michael W J Sørensen (TØI) em 2011

Problema e finalidades

O uso de veículos motorizados impõe à sociedade uma série de custos, entre os quais estão os custos de construção e manutenção de vias públicas, controle de tráfego, fiscalização policial, custos de acidentes, custos ambientais, custos de tempo e custos dos congestionamentos que ocorrem com o elevado volume de tráfego em relação à capacidade das vias.

A magnitude do uso de veículos motorizados está intimamente relacionada com o quanto os usuários devem pagar para adquirir, manter e utilizar um veículo motorizado (Fridstrøm e Rand, 1993). O volume de tráfego e, assim, o índice de acidentes, podem ser influenciados pela alteração no nível e forma dos impostos que incidem sobre os automóveis.

Muitos dos custos de se ter e usar um veículo são cobertos pelos próprios usuários sob a forma de pagamentos diretos, o que não corresponde a todo o custo. Parte dos custos com acidentes e a maior parte dos custos ambientais e de engarrafamentos são externos, o que significa que eles não são cobrados de quem os causa.

Uma questão que tem sido muito discutida é se os usuários de automóveis pagam todas as despesas socioeconômicas associadas ao uso dos veículos por meio dos impostos obrigatórios embutidos ao comprar, manter e utilizar os veículos. Se os custos socioeconômicos externos não são cobertos pelos impostos, isso significa que a sociedade subsidia a utilização de veículos motorizados. Isto pode fazer com que o uso de um veículo tenha um impacto maior do que é considerado como economicamente ótimo do ponto de vista da avaliação do usuário de seu próprio benefício. As seguintes finalidades possíveis podem ser levadas em conta na concepção dos impostos veiculares:

1. Limitação da quantidade total de tráfego, influenciando no número de veículos que as pessoas compram e influenciando também nas distâncias percorridas pelos veículos.
2. Limitação de trânsito em vários locais e horários com a introdução de diversas formas de tarifação

- viária ou como um suplemento ou substituição de outros impostos veiculares.
3. Limitação do número e de uso de veículos com risco particularmente elevado, impondo-lhes taxas particularmente elevadas.
 4. Promover uma composição mais segura da frota de veículos em termos de idade, tamanho ou outras características que possam afetar o número de acidentes ou ferimentos com a graduação das taxas de impostos orientadas aos atributos que se deseja influenciar. Essa medida pode basear-se, por exemplo, em resultados de testes de colisão do EuroNCAP.
 5. Promover uma maior utilização de equipamentos de segurança que não sejam obrigatórios e não sejam itens de série, oferecendo-lhes isenções fiscais, como, por exemplo, para um veículo que possua um sistema eletrônico de estabilidade (ESP).

Além destas finalidades, os impostos também têm uma finalidade exclusivamente fiscal sobre os veículos, o que significa que eles são uma fonte adequada de receita para o Estado.

Descrição da medida

Os principais impostos obrigatórios sobre a aquisição, posse e uso de veículos motorizados envolve (Opplysningsrådet for veitrafikken, 2010):

- imposto único (na importação ou produção nacional);
- imposto anual (inclui os automóveis com massa bruta inferior a 7.500 kg);

- imposto anual por gradação de peso diferenciado em razão do meio ambiente (inclui veículos com massa bruta superior a 7.500 kg);
- imposto sobre transferência de registro (em caso de mudança de proprietário de veículo usado);
- imposto sobre a gasolina;
- imposto sobre o diesel;
- imposto sobre o óleo lubrificante.

Uma descrição pormenorizada dos fundamentos para diferentes tipos de impostos, como as taxas de impostos são calculadas e quais os veículos abrangidos pelos diferentes impostos pode ser encontrada na publicação *Bil- og Vei statistikk* (Opplysningsrådet for veitrafikke, 2010). As receitas públicas provenientes de diferentes impostos especiais e impostos gerais de veículos motorizados em 2009 são apresentadas na tabela 10.9.1.

A receita total do governo com os impostos especiais sobre os veículos motorizados em 2009 foi de aproximadamente NOK 42,2 bilhões. Além disso, há uma receita de aproximadamente NOK 3,8 bilhões em impostos gerais aplicáveis a veículos a motor. O valor total em impostos relacionados a veículos motorizados arrecadado foi de NOK 46 bilhões.

Este capítulo abrange apenas impostos gerais sobre veículos motorizados. Por “imposto geral” quer-se dizer imposto que se aplica a todos os automóveis de um determinado tipo ou que tenha as mesmas taxas em todo o país. Impostos gerais não levam em conta as variações dos custos econômicos da utilização de veículos motorizados entre diferentes lugares e tipos de via e em momentos distintos.

TABELA 10.9.1: RECEITA PÚBLICA DE IMPOSTOS VEICULARES ESPECIAIS E GERAIS EM 2009. FONTE: CONSELHO INFORMATIVO PARA O TRÁFEGO VIÁRIO EM 2010.

Forma de imposto	Tipo de imposto	Receita 2009 (milhões de NOK)
Impostos especiais de consumo	Imposto único	15.874
	Imposto anual incluindo o diferenciado em função do peso e em razão do meio ambiente	8.662
	Imposto de transferência de registro	2.292
	Imposto sobre a gasolina (1)	7.549
	Impostos sobre o diesel	7.769
	Imposto sobre o óleo lubrificante (2)	87
	Total	42.233
Impostos gerais	Imposto sobre o valor agregado e impostos especiais	3.851
Todos	Total	46.084

(1) Acredita-se que 2% da gasolina sejam utilizados para outros fins que não o tráfego viário (em cortadores de grama a motor, por exemplo, e outros). Esses 2% são deduzidos da receita fiscal.

(2) O imposto sobre o óleo lubrificante inclui óleo para outras formas de transporte que não o tráfego viário.

Impacto sobre os acidentes

Os impostos sobre os veículos podem resultar indiretamente em um impacto sobre o número de acidentes, influenciando o número de veículos e o número de quilômetros percorridos. Os impostos sobre os veículos também podem ter um impacto mais direto, afetando a composição da frota por idade, tamanho e abrangência dos equipamentos de segurança nos veículos.

Impactos simulados de sistemas fiscais alternativos

Com base no modelo nacional de transporte de pessoas, Fridstrøm e Rand (1993) calcularam os efeitos esperados sobre a quantidade de quilômetros percorridos para as diferentes alterações possíveis nos impostos veiculares. A tabela 10.9.2 resume os resultados dos cálculos.

Os impactos em curto prazo significam ajustes imediatos, dada a frota veicular atual. Os impactos em longo prazo também englobam adaptações em termos de mudanças no veículo. Os cálculos mostram que os impostos veiculares têm grande importância no volume de viagens. Se os impostos sobre os automóveis fossem abolidos, o número de passageiros-km em veículos aumentaria de 25 a 30%. O número de veículos-km aumentaria ainda mais, em torno de 35-40%, pois o uso de veículos seria mais individual. Podemos, portanto, dizer que a existência do imposto veicular atual ajuda a limitar o volume de tráfego em aproximadamente 35-40%. Se o trânsito aumentasse muito, o número de acidentes com vítimas aumentaria em torno de 25-30%.

A reestruturação dos impostos, com maior ênfase em taxas de utilização e menos ênfase em taxas de compra, mas com carga fiscal global inalterada, tem pouco impacto no volume de viagens. A explicação para isso é que os impostos afetam tanto o número de veículos como o quanto eles são usados. Uma redução dos impostos de compra e aumento dos impostos de uso faria com que mais veículos sejam adquiridos, mas que cada um deles rodasse menos. Estes impactos anulam-se mutuamente.

A comparação da carga fiscal sobre os veículos motorizados e os custos socioeconômicos da utilização de um veículo motorizado a partir de meados da década de 1990 sugere que a carga fiscal global sobre os veículos motorizados deve ser aumentada em aproximadamente 25% para que os impostos cubram os custos socioeconômicos associados ao uso de veículos motorizados (Eriksen e Hovi 1995, Opplysningsrådet for veitrafikken, 1996). Esse aumento dos impostos reduziria o volume de tráfego em aproximadamente 10-15%, dependendo de como o aumento fosse implementado. Isso pode reduzir entre 5-10% o número de acidentes com vítimas.

Aumento dos impostos e redução dos veículos com alto risco

A partir de 1º de janeiro de 1974, o imposto sobre a compra de motocicletas aumentou (NOU 1975). Em 1974, foram registradas 248 motocicletas a menos que em 1973 (-6%). Esta diminuição não foi maior que a diminuição correspondente ao número de motocicletas registradas pela primeira vez, de

TABELA 10.9.2: IMPACTOS ESPERADOS SOBRE O VOLUME DE VIAGENS (NÚMERO DE PASSAGEIROS-KM PERCORRIDO) DAS DIVERSAS VARIAÇÕES POSSÍVEIS NOS IMPOSTOS VEICULARES. FONTE: Fridstrøm e Rand, 1993.

Alteração nos impostos	Variação porcentual do número de passageiros-km			
	Veículos de passeio		Ônibus	
	Curto prazo	Longo prazo	Curto prazo	Longo prazo
Aumento no imposto anual de NOK 2.000		-8		+6
Aumento no preço do combustível de NOK 5	-10	-26	+6	+24
Impostos veiculares abolidos e nenhum outro aumento de imposto		+27		-4
Impostos veiculares abolidos e imposto de renda com aumento equivalente		+25		-4
Imposto de compra 50% mais baixo e imposto de combustível aproximadamente 50% mais alto		+2		-3
Aumento de 50% nos custos fixos de veículos		-17		+16
Redução de 50% nos custos fixos de veículos		+14		-6
Aumento de 50% nos custos variáveis de veículos	-8	-20	-2	+8
Redução de 50% nos custos variáveis de veículos	+16	+26	+2	-3

1969 a 1970. Em 1975 e 1976, o número de motocicletas registradas voltou a subir pela primeira vez. Este aumento de impostos, portanto, parece ter tido apenas um impacto de curta duração e limitado quanto ao número de motocicletas.

Em 1996 as motocicletas leves tiveram um aumento no volume do motor de 100 para 125 cm³ e em 1997, uma redução dos impostos. Estas mudanças significaram que as motocicletas leves se tornaram veículos populares, o que resultou em aumento do número de lesões (Bjørnskau, Nævestad e Akhtar 2010).

Uso dos impostos para influenciar na composição da frota em termos de idade e tamanho

Em discussões públicas sobre impostos veiculares, é explicitado que os automóveis mais antigos são menos seguros que os mais novos e que o sistema fiscal deve, portanto, incentivar uma renovação mais rápida da frota. Em 1996, o depósito de sucata de veículos aumentou temporariamente de NOK 1.000 para NOK 6.000 para certos grupos de veículos mais antigos (Opplysningsrådet for veitrafikken, 1996). As vendas de automóveis novos e o número de automóveis sucateados aumentaram acentuadamente em 1996, em comparação com os anos anteriores. No ano seguinte, porém, as vendas de automóveis novos diminuíram e, depois de alguns anos, a venda de automóveis novos voltou a ser a mesma que antes (Kolbenstvedt, Aas, Amundsen e Sorensen (eds.) 2011).

Uma pesquisa em depósitos temporários de sucata de automóveis nos EUA e na Alemanha realizada em 2008-2009 indica que o esquema pouparia 40 vidas e 2.800 feridos graves nos EUA, em comparação com 60 mortos e 6.100 feridos na Alemanha, ambos calculados em 20 anos. A razão principal é que os automóveis mais novos são equipados com controle eletrônico de estabilidade e outros sistemas de segurança (Fraga 2010). No entanto, o estudo desconsidera a compensação do risco, o que significa que alguns condutores acabam optando por “anular” a melhoria de segurança do automóvel novo sob a forma de uma condução mais agressiva (Fridstrøm 2010).

Høye (2011) examinou o efeito de automóveis mais seguros na Noruega e concluiu que o aumento de automóveis seguros impediu que mais de 600 pessoas fossem mortas ou gravemente feridas em aci-

dentos de trânsito entre 2000 e 2009. As duas principais medidas são a melhoria da segurança passiva e os sistemas antiderrapantes. Airbags e alertas da colocação de cintos de segurança também contribuíram para a redução.

Impacto na mobilidade

Impostos sobre veículos ajudam a limitar o número de veículos e o quanto cada veículo é utilizado. Isso significa que haverá menos tráfego nas vias do que se os impostos sobre os veículos fossem abolidos. Menos trânsito significa menos mobilidade, mas faz com que a mobilidade para aqueles que estão nas vias melhore.

Ao redor das grandes cidades e das cidades pequenas, a rede viária tem problemas de capacidade durante determinados momentos do dia. Nestes locais, menos tráfego tem um efeito favorável sobre o restante do fluxo. No entanto, os impostos gerais sobre os veículos, ao contrário da tarifação viária não são concebidos com a finalidade de influenciar o volume de tráfego nas vias. Eles ainda influenciam o alcance total dos veículos e, assim, o total de congestionamento.

Impacto no meio ambiente

A magnitude dos problemas ambientais causados pelo tráfego nas vias está intimamente relacionada à extensão do trânsito (Kolbenstvedt, Aas, Amundsen e Sorensen (eds.) 2011). Os impostos veiculares de hoje ajudam a limitar o volume de tráfego e, assim, a magnitude total dos problemas ambientais. Os impostos gerais não são concebidos para influenciar os problemas ambientais locais.

O imposto único de compra na Noruega para a maioria dos tipos de automóveis é estipulado de acordo com três componentes: peso, potência do motor e emissões de CO₂. O imposto é menor para veículos leves, com motor pequeno e baixa emissão de CO₂ e contribuirá para estimular a compra de automóveis com emissões mínimas (Hagman, Gjerstad e Amundsen 2011 Kolbenstvedt, Aas, Amundsen e Sorensen (eds.) 2011).

Em 2007 foram feitas alterações dos impostos de compra que favoreceram os veículos a diesel. A taxa de veículos novos motorizados a diesel aumentou de aproximadamente 30% em 2004 para 75% em

2010. Os automóveis a diesel emitem menos CO₂, mas mais NO_x e partículas que os veículos a gasolina (consultar a tabela 10.9.3). Acredita-se que a taxa crescente de veículos a diesel e tecnologias de limpeza do ar (filtros de partículas e catalisadores de oxidação) seja a principal causa de uma maior concentração de NO₂ em várias grandes cidades norueguesas (Hagman, Gjerstad e Amundsen, 2011; Kolbenstvedt, Aas, Amundsen e Sørensen (eds.) 2011).

Em um estudo sobre os impactos dos impostos ambientais em relação ao transporte (Fridstrøm, Ramjerdi, Svae e Thune-Larsen, 1991), calcularam os impactos de se intensificar as taxas de CO₂ nos combustíveis. Calculou-se que as emissões de CO₂ em 2000 e 2025 seriam, respectivamente, 4% e 14% menores que na alternativa de referência, caso os impostos sobre os combustíveis fósseis fossem aumentados.

Os veículos elétricos têm baixo consumo de energia e baixas emissões de CO₂ e gases nocivos (consultar a tabela 10.9.3). Para conseguir-se que mais pessoas conduzam veículos elétricos, eles são completamente isentos de impostos de registro e de imposto sobre valor agregado (IVA). Eles também têm um baixo imposto anual (Opplýsningsrådet for veitrafikken, 2010).

Há ocasionalmente o apelo de que os depósitos de sucatas de veículos devem ser aumentados, a fim de obter uma substituição mais rápida da frota e, portanto, uma transição mais rápida para veículos menos prejudiciais ao ambiente. Uma pesquisa sobre os depósitos de sucatas nos EUA, Alemanha e França, no entanto, mostra que esses apelos foram medidas ineficazes para este fim (Fraga, 2010; Fridstrøm, 2010).

Custos

O custo socioeconômico dos impostos sobre os veículos motorizados não é suficientemente conhecido.

Estes custos consistem nos custos de coleta direta e no valor líquido de ganhos e perdas das eficiências econômicas que os impostos acarretam. Entre os ganhos de eficiência estão os impactos externos referentes ao fato de que o tráfego viário acaba sendo limitado. Os custos incluem a perda de excedente do consumidor para as viagens que não são efetuadas por conta dos impostos atuais.

Em um cálculo dos custos socioeconômicos marginais para diferentes formas de impostos, Brendemoen e Vennemo (1993) concluíram que os impostos especiais de consumo sobre a gasolina, o óleo mineral e as emissões de CO₂ são, de longe, as formas de imposto socioeconomicamente mais efetivas. A explicação para isso é que essas formas tributárias ajudam a reduzir a magnitude de problemas ambientais, para os quais existe um forte desejo de que sejam reduzidos. Quando se juntam os custos ambientais de diferentes formas de consumo, tanto o imposto sobre a gasolina, o óleo mineral e as emissões de CO₂ têm um custo socioeconômico marginal negativo. Isso significa que os benefícios desses impostos se dão sob a forma de redução de problemas ambientais e são avaliados como maiores do que os custos que eles implicam em termos de redução de tipos de consumo que causam problemas ambientais (Brendemoen e Vennemo, 1993).

Com base neste estudo, concluiu-se que o imposto total sobre o veículo não leva a nenhum custo socioeconômico líquido.

Avaliações de custo-benefício

Se os impostos sobre os veículos fossem abolidos, o número de quilômetros percorridos por veículos aumentaria em 35-40%. Calcula-se, de forma um tanto grosseira, que a magnitude dos impactos externos da consequência de se conduzir um automóvel com maior frequência represente um custo socioeconômico de aproximadamente NOK 10,9 bilhões. Este

TABELA 10.9.3: CONSUMO MÉDIO E EMISSÕES DE DIFERENTES VEÍCULOS DE PASSEIO NA NORUEGA EM 2010. FONTE: Kolbenstvedt, Aas, Amundsen e Sørensen (eds.) 2011

Veículos de passeio	Gasolina	Diesel	Híbrido	Elétrico
Consumo de energia [MJ/km]	2,3	1,7	1,3	0,6
CO ₂ [g/km]	160	122	89	0
NO _x [g/km]	0,265	0,430	0,006	0
HC [g/km]	0,083	0,017	0,058	0
CO [g/km]	1,092	0,053	0,258	0
PM [g/km]	0,003	0,022	0,000	0

é um custo que evitamos com os impostos atuais e pode, portanto, ser visto como um impacto benéfico.

Segundo a pesquisa de Brendemoen e Vennemo (1993) mencionada anteriormente, os consumidores apreciam os benefícios da redução do impacto ambiental mais que as desvantagens dos custos, quaisquer que sejam os impostos para isso utilizados. Os custos externos do tráfego viário hoje provavelmente são maiores que os impostos veiculares, o que significa que seria socioeconomicamente rentável aumentá-los.

Uma pesquisa de depósitos temporários de sucatas de veículos automóveis nos EUA, Alemanha e França mostra que os esquemas não são socioeconomicamente rentáveis (Fraga, 2010; Fridstrøm, 2010).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A proposta de impostos sobre os veículos motorizados é apresentada pelo governo ao orçamento do Estado.

Requisitos e procedimentos formais

O Ministério das Finanças tem a responsabilidade primária de conceber os impostos veiculares. Os sistemas de impostos devem ser adaptados às regras do EEE. Após a assinatura do Acordo EEE, o imposto sobre veículos produzidos no Espaço Econômico Europeu foi eliminado. Para colocar todas as montadoras em igualdade, a Noruega, com isso, por sua própria iniciativa, eliminou os impostos dos veículos de outros países produtores (especialmente dos Estados Unidos e do Japão). O Parlamento define os impostos veiculares a cada ano. Os impostos sobre os veículos estão em conformidade com a lei de impostos veiculares de 1959, e o registro veicular da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é fundamentado na emissão dos requisitos de pagamento de impostos, impostos especiais anuais e impostos anuais sobre o peso. Na falta de pagamento, o veículo pode ser confiscado.

Responsabilidade pela execução da medida

O Ministério das Finanças e o Parlamento são responsáveis pela concepção do sistema fiscal. A Agên-

cia Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega é responsável pelo registro dos veículos. As agências aduaneira e fiscal são responsáveis pela cobrança dos impostos. A polícia tem autoridade para confiscar os veículos em caso de falta de pagamento dos impostos citados.

10.10 TARIFICAÇÃO VIÁRIA

Capítulo revisado por Michael W J Sørensen (TØI) em 2011

Problema e finalidades

No tráfego viário, pode-se distinguir entre os custos diretamente relacionados ao processo de construção das vias e as desvantagens/custos que variam com a quantidade de tráfego existente em um determinado sistema viário e como este tráfego é distribuído no tempo e no espaço. Os custos para a sociedade variam consideravelmente entre os diferentes tipos de vias e condições de trânsito. Em vias de baixo tráfego, que passam por um ambiente não adensado, as desvantagens da condução de um veículo dá-se sob a forma de acidentes, insegurança, ruído, emissões de CO₂, uso indesejado do solo e barreiras para o tráfego local (relativamente pequenas em áreas pouco adensadas). Estas desvantagens são consideravelmente maiores nos congestionamentos urbanos das vias principais em cidades e urbanizações maiores. Os congestionamentos no trânsito na hora de pico geram maiores custos para todos os usuários.

As desvantagens que a circulação de veículos motorizados impõe aos arredores, outros usuários da via e às pessoas que vivem perto da via são, em grande parte, custos externos, o que significa que os usuários dos veículos motorizados não pagam diretamente os custos que essas desvantagens representam. Por meio de impostos gerais sobre o veículo, ou seja, impostos sobre a compra, posse e uso de veículos motorizados que se aplicam igualmente em todo o país, pode-se, em princípio, conseguir com que os usuários de veículos motorizados devolvam parte ou o total dos custos socioeconômicos para a sociedade. Porém, essas taxas não contam com as grandes variações locais dos custos. Os impostos totais sobre os veículos podem ajudar a limitar a quantidade total de tráfego, mas provavelmente têm pouco impacto sobre os problemas locais relacionados com o tráfego viário.

Os custos marginais externos dos transportes viários são calculados para diferentes tipos de veículos por, entre outros, Econ (2003) e Eriksen, Markussen e Pütz (1999). Os cálculos distinguem entre grandes cidades, urbanizações e áreas rurais. Os custos incluídos nos cálculos são os custos associados com o desgaste viário, acidentes, ruído, emissões de CO₂, emissões de gases locais e emissões locais de poeira e partículas.

Uma das desvantagens do trânsito intenso é que o número de acidentes aumenta. Parte dos custos dos acidentes viários é externa, ou seja, não é assumida pelos usuários envolvidos nos acidentes que causam danos em si mesmos e nos outros. Os custos externos dos acidentes de trânsito envolvem a maioria dos custos com tratamento médico de vítimas e a maioria dos custos da perda de produção decorrente. Estes custos são cobertos principalmente pelo governo (Elvik, 1994; Veisten, Flügel e Elvik, 2010).

Com “tarifação de vias” quer-se dizer o pagamento pelo uso das vias públicas. Alguns sistemas de tarifação viária dão a possibilidade de imputar aos usuários o total dos gastos que eles infringem à sociedade. Em razão disso, a finalidade desta tarifação pode ser assegurar que os usuários baseiem suas escolhas de extensão, modo de transporte, itinerário e tempo de viagem em informações mais precisas sobre os custos sociais que elas implicam. Isso garantirá que o tráfego, especialmente nas cidades e áreas urbanas, não atinja proporções muito grandes e também que uma determinada quantidade de tráfego seja realizada com os menores custos sociais possíveis, incluindo os custos de acidentes. Outra finalidade dos sistemas de tarifação viária pode ser financiar a construção de infraestrutura e similares.

No § 7a do código viário, a tarifação viária é descrita como “*uma ferramenta das regras de trânsito na qual os usuários devem pagar uma quantia para usar determinadas partes da rede viária em horários específicos*” (Lovdata, 2011). A finalidade da determinação é dar a possibilidade de se regular o trânsito, com o fim de reduzir os engarrafamentos e problemas ambientais locais. Na proposta de regulamentação da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega para o § 7a do código viário (Statens vegvesen, 2010), utiliza-se a designação de tarifação de congestionamento, que é um sistema de tarifas variáveis em que os valores são mais elevados nas situações de congestionamento, de modo a controlar onde e quando o tráfego ocorre. Isso está de acordo com a terminologia internacional *Road*

pricing, usada para todos os tipos de cobrança de tarifas aos usuários.

Neste capítulo, o conceito tarifação viária é usado da mesma forma que o conceito internacional de *road pricing*, ou seja, qualquer forma de taxa de utilização em vias públicas, independente da finalidade.

Descrição da medida

Tarifação viária é, antes de mais nada, uma medida relacionado ao trânsito. A medida geralmente tem uma ou mais das seguintes finalidades gerais (Jensen Bulter et al., 2008):

1. reduzir o trânsito e suas consequências ambientais;
2. melhorar o fluxo de tráfego;
3. cobrar, entre outros, os custos da construção de infraestrutura.

Aos dois primeiros pontos comumente se refere como *Mobility Management* (“gestão da mobilidade”) ou *Transportation Management Demand* (“demanda de gestão de transportes”). A medida é aqui considerada como uma das medidas de controle de tráfego para reduzir o trânsito nos horários de pico, ou ao menos dissipá-lo nesses horários. A razão para usar esta forma de tarifação viária é que não se considera possível criar uma capacidade de modo adequado nas cidades maiores para que as filas desapareçam (Newbery, 1990; Winston, 1991; Jones e Hervik, 1992; Jansson, 1994; Lindberg, 1994; Verhoef, 1994; Bergan e Wærness, 1995; Larsen e Minken, 1995; Mayeres, Ochelen e Proost, 1996; Meland, 1996; Atkins, 2006; VTPI, 2008; Jensen-Bulter et al., 2008).

O princípio no terceiro ponto é cobrir os custos da construção da infraestrutura por meio da cobrança de tarifas. Pode ser uma via pedagiada ou como os pedágios, que têm sido usados na Noruega há muitos anos. O valor é fixado a um nível que garanta a maior renda possível. A mudança de rota ou de modo de transporte não está entre suas finalidades.

A tarifação viária também pode ser dividida nas seguintes categorias mais detalhadas, compreendendo os sistemas de tarifação com diferentes fins de regulamentação (Statens vegvesen, 2001, 2003; VTPI de 2008):

- *Tarifação de congestionamento (diferenciação de horário)*: a tarifa é maior durante os horários de

pico e pode ser mais barata ou gratuita ao conduzir à noite. Destina-se à mudança de escolha de rota, transporte e horário da viagem dos condutores para reduzir o congestionamento e melhorar o fluxo de tráfego.

- *Pedágio (taxa fixa)*: uma taxa fixa para se conduzir em uma área específica, como uma cidade ou centro de uma cidade. A finalidade principal é financiar a construção da rede viária principal e a infraestrutura para o transporte coletivo dentro e ao redor da cidade. Foram, por exemplo, estabelecidos pedágios nos arredores de Bergen (1986), Oslo (1990) e Trondheim (1991). Todo o trânsito que passa pelo pedágio em direção à cidade está sujeito ao pagamento.
- *Pedágio ou imposto viário (taxa fixa)*: consiste em uma taxa fixa para rodar em uma via específica. A finalidade é obter uma receita para financiar a construção e operação do sistema viário. Este é o caso, por exemplo, de várias pontes, túneis e outros grandes sistemas viários como rodovias de alto padrão e muitas vias privadas.
- *Zonas ambientais (low emission zones)*: a tarifa normalmente é cobrada de veículos pesados em centros urbanos de acordo com o padrão europeu de motor do veículo, se o veículo motorizado tem um filtro de partículas e/ou conforme seu grau de poluição. A finalidade é reduzir a poluição local.
- *Pedágios baseados no veículo*: diferentes grupos de veículos, tais como os leves e os pesados, pagam diferentes impostos por transitar em uma área ou via específica. A finalidade pode ser melhorar o fluxo de tráfego, minimizar os problemas criados pelo trânsito ou cobrir os custos de construção e operação de vias.
- *Pedágios baseados na distância*: é o pedágio cujo valor depende da quantidade de quilômetros percorridos em uma via. A quilometragem é registrada com a ajuda de vários equipamentos de registro de entrada e saída em um sistema fechado. A finalidade é cobrir os custos de construção e operação das vias e minimizar os diferentes problemas criados pelo trânsito.
- *Pedágios de faixa de rodagem (high-occupancy toll lanes, HOV lanes)*: consiste em uma faixa para veículos com alta ocupação (*high-occupant-vehicle lane, HOV-lane*), que pode comportar ônibus, táxis, veículos elétricos e/ou de passeio com passageiros ou, alternativamente, pode ser usada por veículos com apenas uma pessoa mediante o pagamento de pedágio. Essas faixas podem ser uma opção razoável quando estão com pouco trânsito e as demais faixas estão com problemas de capacidade. A finalidade é obter uma receita e utilizar a

capacidade da via em maior grau, ao mesmo tempo preservando o incentivo de utilizar o transporte coletivo, utilizar veículos elétricos ou conduzir veículos com vários ocupantes.

- *Imposto local sobre a gasolina*: consiste em impostos locais especiais sobre a gasolina. Foi introduzido em Tromsø em 1990 para financiar a construção de vias na cidade.

A tarifação viária pode ser introduzida para alguns ou todos os veículos em diferentes escalas:

- Em apenas um ponto na rede viária como uma ponte ou túnel;
- Em uma parte de um trecho viário de uma nova via;
- Em um trecho viário inteiro ou corredor;
- Em todas as vias e uma área menor, como um centro urbano;
- Em algumas ou todas as vias em uma área maior, como um município ou região;
- Em um sistema nacional que inclui algumas ou todas as vias.

Vários métodos diferentes podem ser usados para o recolhimento de pedágio; há pedágios com todos os tipos de pagamentos: manuais, automáticos, com leitura de odômetro do veículo e sistemas baseados em GPS (VTPI, 2008). Sistemas baseados em GPS permanentes ainda não são utilizados para a tarifação viária, mas vários projetos-piloto já foram realizados. Um sistema nacional está sendo desenvolvido nos Países Baixos. O plano é que esse sistema seja introduzido de forma gradual até 2018, com projetos-piloto a partir de 2012 (Ministerie van verkeer en Waterstaat, 2007). A União Europeia também está planejando um sistema de tarifação viária por GPS para caminhões.

Impacto sobre os acidentes

A tarifação viária inclui muitos sistemas diferentes. O impacto sobre os acidentes pode variar muito de sistema para sistema. No entanto, há apenas avaliações de relativamente poucos sistemas e que muitas vezes são absolutamente únicos. Portanto, não é possível estimar um efeito médio de segurança viária para a tarifação viária ou diferentes variações do referido sistema de tarifação.

Por um lado, de um modo geral acredita-se em uma tendência de redução dos acidentes com os sistemas de tarifação viária caso eles tenham um impacto de

redução do volume de tráfego. No entanto, o número de acidentes pode aumentar se o nível de velocidade do restante do tráfego aumentar ou se parte do tráfego se desviar para outras áreas (VTPI, 2008). A seguir se descrevem os impactos específicos de diferentes sistemas de tarifação viária.

Pedágio com escolha de rota alternativa na área de Drammen: uma pesquisa sobre a escolha de rota na área de Drammen em 1977, no trecho entre o centro de Drammen e as áreas de Lier e Røyken, onde era possível usar tanto a via pedagiada E18 quanto as vias nacionais 285, através do centro até Lier e a 289 até depois de Lier, mostrou que em torno de 18% do tráfego entre esses lugares acontecia na antiga rede viária nacional, especialmente na rodovia nacional 289 (Kristiansen e Østmoe, 1978). A pesquisa sugere que metade do tráfego que escolheu a antiga rede viária nacional, ou seja, cerca de 9% do total do tráfego, teria escolhido a E18 se ela não tivesse o pedágio. Os impactos deste fato sobre os acidentes não foram quantificados empiricamente nos relatórios. Com base nos índices de risco entre 1977 e 1980, estima-se que o número total de acidentes nas duas vias sem pedágio teria sido cerca de 17% menor do que com os pedágios na E18. O tráfego na autoestrada 289 teria, então, sido substancialmente inferior, enquanto o tráfego na E18 teria aumentado em aproximadamente 12,5%.

Pedágios e impostos sobre a gasolina local em Tromsø: os impactos sobre o volume de tráfego dos pedágios em Bergen, Oslo e Trondheim e o imposto sobre a gasolina local em Tromsø foram examinados por vários estudos (Bergen: Larsen, 1987; Oslo: Soheim, 1992; Ramjerdi, 1995; Trondheim: Meland, 1994; Polak e Meland, 1994; Tromsø: Samferdselsdepartementet, 1993).

Estima-se que no primeiro ano após a introdução das medidas o tráfego tenha diminuído entre 6-7%

em Bergen (referente ao período do dia em que o pedágio é pago), entre 3-10% em Oslo; 8% em Trondheim e 7% em Tromsø. O nível de migração para o transporte coletivo em Bergen, Oslo ou Trondheim não pôde ser detectado.

Pode-se esperar que uma redução em torno de 5-10% no tráfego reduza o número de acidentes com vítimas de modo aproximadamente equivalente. A tabela 10.10.1 mostra as alterações no número de acidentes com vítimas por ano antes e depois da colocação de sistemas de pedágio e impostos nas quatro cidades (Bergen: 1985-1986; Oslo: 1989-1990; Trondheim 1990-1992; Tromsø: 1989-1991). Em todas as cidades em que foram introduzidos pedágios ou impostos sobre a gasolina local, o número de acidentes com vítimas diminuiu durante o primeiro ano após a introdução do sistema. A média de diminuição foi de aproximadamente 5% (-11%; +1%), o que parece consistente com a redução do trânsito nas cidades.

Taxas de pedágio diferenciadas por horário em Oslo: uma simulação dos efeitos de taxas de pedágio diferenciadas por horário em Oslo (Larsen e Rekdal, 1996) mostrou que o tráfego no horário de pico na parte da manhã poderia ser reduzido em 19%. Calculada para o dia como um todo, a diferenciação do preço não alteraria o volume de tráfego. Nas horas em que o tráfego diminuiria, a velocidade aumentaria; nas horas em que o trânsito aumentaria, a velocidade diminuiria. É difícil calcular o impacto líquido no número de acidentes.

Tarifação viária em Estocolmo: depois de sete meses de período de teste, Estocolmo tem um sistema de tarifação viária permanente desde agosto de 2007. Durante o experimento, quando o tráfego diminuiu em 22%, estimou-se que o número de acidentes com vítimas diminuiu em 10,5%, o que corresponderia a cerca de 40-70 lesões anuais (City of Stockholm, 2006; Jensen-Bulter et al., 2008).

TABELA 10.10.1: ALTERAÇÕES NO NÚMERO DE ACIDENTES COM VÍTIMAS EM CIDADES COM PEDÁGIOS OU IMPOSTOS SOBRE A GASOLINA LOCAL EM COMPARAÇÃO COM CIDADES DO RESTO DO PAÍS.

Cidade	Acidentes nas quatro cidades		Acidentes em outras áreas adensadas		Alteração (1)
	Antes	Depois	Antes	Depois	
Bergen	525	458	4189	4375	-16%
Oslo	1108	1122	3089	3194	-2%
Trondheim	274	239	4042	3771	-7%
Tromsø	70	62	4127	4170	-13%
Todas	1977	1881	15447	15510	-5%

(1) Alteração líquida nas quatro cidades, com controle do desenvolvimento em outras urbanizações (grupo de controle)

Tarifação em Gøteborg: na Suécia, os impactos potenciais de um sistema de tarifação viária totalmente desenvolvido em Gotemburgo e arredores foram simulados com um programa de cálculo de tráfego como parte do chamado projeto TOSCA (Test Oriented Scenario Assessment; Delegationen för Transporttelematik, 1994). Cada veículo teria sido debitado automaticamente (usando-se chips eletrônicos) com uma tarifa equivalente aos custos econômicos externos marginais da condução. Após o pleno desenvolvimento do sistema, estimou-se que os acidentes diminuiriam em 15%.

Testes de tarifação viária em Copenhague: entre 2001-2003 foi realizado um teste com tarifação viária baseada em GPS com 500 carros em Copenhague. O projeto levou a uma redução de 5% no número de veículos-km, algo que equivale a uma redução de 4% no número de acidentes. Dentro da zona demarcada, houve uma redução do trânsito de 10,8%, o que corresponde a uma redução de acidentes de 6-8% (Sulkjær et al., 2005; Jensen-Bulter et al., 2008).

Tarifação viária nos Países Baixos: em relação ao planejamento de um sistema de tarifação viária nacional nos Países Baixos, Eenink et al. (2007) realizaram uma pré-avaliação do impacto na segurança de 23 variantes do sistema. Eles concluíram que os dados eram muito ruins para que se pudesse fazer uma boa avaliação, mas que os sistemas, como resultado de menos tráfego, reduziriam o número de mortes no trânsito em até 13%.

Tarifação viária em Londres: Londres tem um sistema de tarifação viária na área central da cidade desde 2003. No primeiro ano houve uma redução de 12% no número total de veículos-km e uma redução de 30% no trânsito de veículos. Isso reduziu o número de acidentes com vítimas em 28%. O número de viagens de motocicletas e ciclomotores aumentou de 10 a 15%, mas o número de acidentes com vítimas em motocicletas e ciclomotores diminuiu 4%. Houve 6% menos acidentes com pedestres (Richards, 2006, Jensen-Bulter et al., 2008). Uma avaliação posterior da TFL (2007) mostrou que o sistema continua tendo um efeito positivo e que esse efeito tem sido mais positivo que o esperado. Os resultados sugerem que o efeito positivo fica cada vez menor para acidentes envolvendo bicicletas e táxis.

Tarifação viária em Cingapura: um sistema de tarifação viária totalmente desenvolvido foi introduzido em Cingapura em 1975 e reorganizado em 1989.

Isso levou a uma redução substancial do trânsito de veículos no centro de Cingapura (Menon, Lam e Fan, 1993). Os impactos sobre os acidentes não foram pesquisados.

Impacto na mobilidade

Os impactos da tarifação viária na mobilidade dependem do projeto do sistema. Uma nova via pedagiada geralmente oferece melhor mobilidade que a rede viária antiga. Pode-se dizer que os condutores pagam pedágios a fim de conseguir uma melhor mobilidade. Antes, os pedágios ao redor de Bergen, Oslo e Trondheim faziam com que parte dos usuários tivesse que parar para pagar a taxa. Os atrasos para aqueles que precisavam parar para pagar foram estimados em torno de 10 segundos por veículo (Larsen, 1987). No entanto, os sistemas estão cada vez mais automatizados para que os condutores não precisem mais parar. Em um sistema de tarifação viária plenamente desenvolvido, que inclua todas as vias nos horários de pico, partes do atual tráfego de pico desaparecerão ou escolherão outros horários. Isso reduzirá os problemas decorrentes de congestionamentos (Jensen-Bulter et al., 2008). Cálculos para Oslo (Ramjerdi, 1995) mostram que os benefícios da diferenciação dos preços do pedágio de acordo com o volume de tráfego são maiores que as desvantagens. Este benefício de uma maior mobilidade para o trânsito remanescente é maior que as desvantagens pela perda de benefício para o tráfego, que foi desviado. As simulações para a área de Gotemburgo mostram que um sistema de pedágio plenamente desenvolvido pode proporcionar um aumento da velocidade média de cerca de 10% (Delegationen för Transport-telematik, 1994).

Impacto no meio ambiente

Os impactos da tarifação viária no meio ambiente e no clima dependem de como os sistemas são projetados. Com a tarifação do congestionamento, torna-se consideravelmente mais caro conduzir um veículo indo para as áreas centrais das grandes cidades, vindo delas ou atravessando-as, especialmente nos horários de pico. A tarifação do congestionamento pode proporcionar reduções dos problemas ambientais e climáticos locais. Uma vez que grande parte do sistema viário é congestionada e muitas vezes se localiza em áreas com alta densidade populacional, a redução do trânsito atingirá áreas e situações em que a questão ambiental tem maior im-

portância. Com a tarifação a um preço próximo ao atual, há pouca razão para esperar-se uma redução do tráfego de mais de 15-20% nas partes do sistema viário carregadas de engarrafamentos. Algumas das reduções podem resultar em aumento do trânsito em outros lugares ou em outros momentos em que as taxas são mais baixas ou resultar em aumento do tráfego de ônibus (Amundsen, 2011).

Uma estimativa dos impactos do aumento das taxas de pedágio no horário de pico em Oslo mostrou que o consumo de gasolina nesses horários poderia diminuir em torno de 23-28% (Larsen e Rekdal, 1996). Durante o dia inteiro, a diminuição no consumo de gasolina em Oslo nas áreas pedagiadas foi estimada entre 4% a 7%. Para toda Oslo e Akershus, a diminuição no consumo de gasolina ao longo do dia foi estimada entre 1-4%. Um menor consumo de gasolina, mantidas iguais as demais condições, leva a menos emissões.

Nos cálculos de um modelo construído para analisar a possível introdução de tarifação de congestionamento em Bergen (Bergen kommune et al., 2010), estimou-se que o trânsito nas áreas pedagiadas poderia diminuir em cerca de 16% no horário de pico. Isso levaria a uma redução de 3.900 toneladas de CO₂, 4 toneladas de NO e 200 kg de PM₁₀. Com um aumento muito maior do pedágio que o que normalmente se tem hoje, os efeitos se tornariam maiores. Em relação ao relatório Klimakur, calculou-se uma potencial redução de 90.000 toneladas de CO₂ se o valor de todos os pedágios fossem duplicados na Noruega e houvesse uma maior prioridade e frequência nas rotas intermunicipais de ônibus de longo percurso (Avinor et al., 2010).

Uma simulação de um sistema de tarifação viária totalmente desenvolvido na área de Gotemburgo mostrou que as emissões globais do tráfego (todos os componentes de escape e partículas juntos) seriam reduzidas em torno de 11% (Delegationen för Transporttelematik, 1994).

A tarifação viária em Londres e Estocolmo levou a reduções na emissão de CO₂ de respectivamente 16% e 13%. As emissões de NO e partículas foram reduzidas em 8% e 7% em Londres, respectivamente, e em 9% e 13% em Estocolmo, respectivamente (Jensen-Bulter et al., 2008). As reduções que a medida causou no tráfego não teriam um impacto significativo no ruído ao tráfego viário. Londres e Estocolmo encontraram apenas pequenas mudanças (Jensen-Bulter et al., 2008).

Uma consequência indireta para o meio ambiente em Oslo e outras cidades norueguesas é que os projetos de infraestrutura puderam ser concluídos mais rapidamente com o financiamento propiciado pelos pedágios do que se contassem somente com os fundos públicos. Isso inclui, por exemplo, que em muitos dos novos túneis em Oslo o ruído, a poluição e parte dos acidentes por vezes tenham sido eliminados da rede viária, onde convivem usuários vulneráveis e residentes. Além disso, a eliminação do ruído e da poluição e a diminuição dos acidentes em áreas como, por exemplo, da praça da prefeitura, fez com que esta área fosse liberada para outras finalidades.

Com o financiamento do sistema viário por pedágio, havendo outras possibilidades de escolha de vias, os eventuais benefícios ambientais poderão ser reduzidos, pois os pedágios fazem com que parte dos usuários escolha as vias antigas (com trajeto não tão favorável). Isso pode ser combatido introduzindo-se um pedágio também na via antiga (corredor pedagiado).

Um sistema de pedágios terá impactos na paisagem quando se precisa de instalações técnicas, tais como cancelas, lombadas eletrônicas e placas (Amundsen, 2011).

Custos

Os custos sociais da tarifação viária e dos sistemas de pedágio podem ser divididos em dois tipos: custos diretos e indiretos. A soma dos custos diretos e indiretos representa os custos brutos.

Custos diretos: incluem custos de cobrança (custos de construção e operação do sistema de pedágios ou tarifação viária, incluindo qualquer recrutamento de pessoal e sistemas de retenção para aqueles que tentam não pagar).

Custos indiretos: consistem em:

- atraso daqueles que têm de pagar. Em um sistema de pedágio baseado em chips eletrônicos e identificação automática de veículos, estes atrasos podem ser evitados;
- perda de benefícios por viagens canceladas devido aos pedágios ou tarifação viária;
- custos da taxa (eficiência social) por conta do poder de compra revogado.

Além disso, a tarifação viária acarreta custos para o usuário viário individual na forma de aumento de pagamento para usar a via.

Estas despesas são compensadas em termos de economia de tempo de viagem para o restante do tráfego. Como mencionado (no tópico Impacto na mobilidade), estas economias podem, em determinadas circunstâncias, ser maiores que os custos brutos de um sistema de tarifação viária.

Os custos de um sistema de tarifação viária dependem da concepção do sistema, dos requisitos padrão e do grau de automação. Os custos de construção também dependem muito de onde são estabelecidas as cabines de pedágio, mas geralmente são mais elevados nas zonas urbanas. Os custos de operação dos pedágios automáticos dependem de quantas pessoas pagam pelo AutoPASS e por outras formas. Outro fator econômico está relacionado à proporção de usuários da via (em particular, com veículos registrados em outros países) que não pagam. Os custos de operação dos pedágios automáticos noruegueses são consideravelmente mais baixos que, por exemplo, os custos em Londres e Estocolmo, onde a cobrança é baseada no registro de vídeo de todos os veículos que passam.

Os custos operacionais nos pedágios noruegueses atuais variam entre aproximadamente uma a duas coroas por veículo. Calculado em relação à receita, os custos operacionais variam geralmente de 10 a 40% da receita (Amundsen, 2011). Isso varia muito, dependendo do nível do imposto e do volume de trânsito de cada projeto. É difícil definir os custos padrão para os sistemas de tarifação viária maiores e mais avançados. Alguns exemplos dos custos globais de sistemas são:

- *Estocolmo*: SEK 1,9 bilhão, incluindo os custos de estabelecimento, remoção, operação em 2006 e avaliação do sistema de tarifação de congestionamentos (Eliasson, 2009);
- *Londres*: GBP 58 milhões para o estabelecimento do sistema de tarifação de congestionamento. O custo operacional anual esperado é de GBP 97 milhões, e a receita anual, de GBP 164 milhões (Jensen-Bulter et al., 2008);
- *Alemanha*: O custo esperado para o estabelecimento do sistema de tarifação viária eletrônica para caminhões (MAUT) foi de EUR 700 milhões (Roadtraffic-technology, 2009);
- *Países Baixos*: O custo estimado para o estabelecimento do sistema planejado de pedágio nacional baseado em GPS foi de EUR 1,3 a EUR 4,4 bilhões, e os custos anuais de operação foram estimados em EUR 0,5 a EUR 1,1 bilhão (Ministerie van Verkeer um Waterstaat, 2007).

Avaliações de custo-benefício

Os custos para o estabelecimento de sistemas avançados devem ser avaliados em comparação com os benefícios. O estabelecimento de um sistema “perfeito” não deve custar mais que seus benefícios, o que pode ser desfavorável em relação ao uso de sistemas mais simples. A introdução de taxas de congestionamento na Noruega provavelmente será baseada nos sistemas de pedágio atuais. Por exemplo, Ramjerdi (1995), Larsen e Østmoe (2001) e Odeck et al., (2004) mostraram que a mudança dos pedágios em Oslo para sistemas de tarifação de congestionamento proporcionará grandes benefícios para a sociedade. A transição de estações tradicionais para automatizadas em Bergen (2004), Oslo (2008), Stavanger (2009) e Trondheim (2010) torna mais fácil e menos dispendioso estabelecer novos pontos de controle em um sistema de tarifação de congestionamento urbano. No entanto, é importante levar em consideração que os custos de operação do sistema aumentam com o número de pontos de controle.

Uma tarifação de congestionamento de NOK 40 na hora de pico em direção ao centro de Bergen gerará uma economia para a sociedade de NOK 130-350 milhões por ano, quando se calcula apenas o valor do tempo de viagem economizado. Em Trondheim os números correspondentes são NOK 120-320 milhões (Vingan, Fridstrøm e Johansen, 2007).

Eliasson (2009) calculou uma razão custo-benefício de 4,3 para o sistema de tarifação viária de Estocolmo. A maior parte dos benefícios é revertida para o público. A redução de acidentes e do impacto ambiental tem um benefício anual de NOK 211 milhões.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

O código viário foi alterado em 2001 para tornar possível a tarifação viária na Noruega. A alteração fez com que fosse possível introduzir tarifas diferenciadas de acordo com o horário para reduzir os problemas de congestionamento e melhorar as condições ambientais locais. A introdução de pedágios requer a existência de uma iniciativa local.

Requisitos e procedimentos formais

A tarifação viária ou de congestionamento não deve ser introduzida sem que os municípios e regiões afe-

tados a endossem, de acordo com o código viário. Os pedágios nas zonas urbanas geralmente afetarão as diferentes categorias de vias; assim, as fases de planeamento e decisão devem incluir uma cooperação estreita entre município, região e estado. A receita líquida de tarifação viária deve ser partilhada entre os órgãos destinados ao transporte no estado, no município ou nas áreas afetadas.

O regulamento do § 7 do código viário sobre tarifação de congestionamento (Statens vegvesen, 2010) contém regras para a administração, operação, gestão, sistema de tarifas e distribuição de renda. O manual 102, Projetos de pedágio (2001), o manual 199, Diretrizes de tarifação para projetos de pedágio viário em vias públicas (1997), e o manual 240, Estações de pedágio (2003), fornecem descrições detalhadas sobre os requisitos formais e procedimentos para o estabelecimento da tarifação viária.

Responsabilidade pela execução da medida

A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tem responsabilidade sobre o planeamento das praças de pedágio. No manual 240, Estações de pedágio (2003), foi proposto um modelo que inclui um gerente de projeto (Statens vegvesen), um grupo de engenharia (responsável pelo planeamento), uma gestão das instalações (responsável pela construção) e uma empresa de pedágio (responsável pelas operações).

10.11 ALTERAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO DOS MEIOS DE TRANSPORTE

Capítulo parcialmente revisado em 2011 por Alena Høye (TØI)

Problema e finalidades

O risco de lesão varia muito entre os diferentes modos de viagem. A figura 10.11.1 mostra o cálculo do risco de morte e ferimentos de condutores e passageiros em diferentes modos de viagem na Noruega. O risco é expresso pelo número de vítimas por milhão de passageiros-km.

A figura 10.11.1 mostra que todas as formas de transporte individual levam a riscos mais altos que as formas de transporte coletivo. O risco de ferimentos é muito alto para pessoas em ciclomotores ou motocicletas, pedestres e ciclistas. O risco relativamente alto para pessoas em bonde é baseado no número de notificações de acidentes de bonde ou durante o embarque e desembarque (Sagberg e Sætermo, 1997). Diferenças equivalentes de lesões entre os diversos meios de transporte também foram encontradas em outros países. O índice de risco se refere apenas a pessoas que se encontram em um meio de transporte real. Lesões causadas à contraparte na colisão (como pessoas atropeladas por um bonde ou automóvel, por exemplo) não

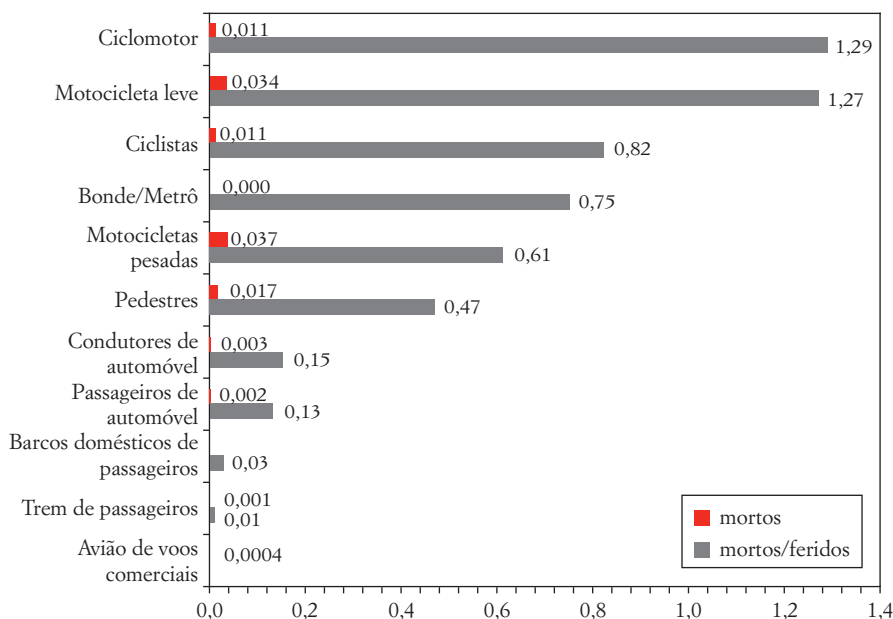


Figura 10.11.1: Vítimas por milhão de passageiros-km em diferentes modos de viagem na Noruega. Fonte: Bjørnnskau, 2008; Andersen e Lundli, 2000; Sagberg e Sætermo, 1997.

são incluídas nos dados relativos aos bondes ou automóveis.

Neste contexto, é provável que o número de pessoas feridas no trânsito pudesse diminuir caso um maior percentual de trajetos fosse realizado coletivamente e considerando-se um percentual menor de modos individuais de viagens.

No entanto, é importante notar que as diferentes fontes de dados em que os cálculos de risco se baseiam podem produzir resultados enganosos quando se trata de diferenças de risco entre os diversos modos de transporte (Vaa, 1993). Isso se deve, em primeiro lugar, ao grau de subnotificação de acidentes entre diferentes fontes de dados e entre os diferentes modos de viagem. Pensava-se, por exemplo, que os acidentes com bonde (no embarque/desembarque) não acarretavam lesões tão sérias como entre os veículos automotores nas estatísticas oficiais de acidentes (também é possível que nem todos estes acidentes levem a lesões). Além disso, meios de transporte públicos são menos utilizados de porta a porta em uma viagem que o transporte individual. Quando se utiliza um transporte coletivo, necessita-se realizar parte da viagem a pé ou com um meio de transporte individual para se alcançar o transporte público, o que não seria necessário ao utilizar-se somente um transporte individual para toda a viagem. A alteração da distribuição das viagens entre os meios de transporte (principais modos de viagem) como medida de segurança viária deve ajudar a reduzir o número total de ferimentos no trânsito, por encorajar as pessoas a usarem modos de transporte com o menor risco em determinado trecho da viagem.

Descrição da medida

Com “alteração da distribuição das viagens entre os meios de transporte (modos de viagem)” quer-se dizer aqui uma alteração de como um dado número de passageiros-km é distribuído entre os diferentes modos principais de viagem. O termo “modo principal de viagem” é utilizado para o modo de viagem que cobre a maior parte da distância percorrida entre os pontos de uma determinada viagem. Mais de um modo de viagem podem ser utilizados em uma viagem. As medidas que têm maior impacto sobre como a alteração da distribuição das viagens entre os meios de transporte afeta o número de acidentes são as seguintes:

- alterações na oferta do transporte coletivo;
- substituição do principal meio de transporte para viagens de determinada distância;
- risco em vias com e sem transporte coletivo;
- medidas que podem afetar a procura pelo transporte coletivo.

Outras medidas que podem afetar o índice de acidentes das viagens em que o transporte público é o principal meio de transporte incluem faixas coletivas e a segurança dos locais de parada (Capítulo 3.18), formação e exame dos condutores profissionais (Capítulo 6.7) e requisitos de segurança nas interseções próximas às escolas (Capítulo 3.9).

Impacto sobre os acidentes

Alterações na disponibilidade do transporte coletivo

O impacto nos acidentes das maiores alterações na oferta do transporte coletivo foi pesquisado por:

- Boot, Wassenberg e Van Zwam, 1982 (Países Baixos, greves no transporte coletivo);
- Allsop e Turner, 1986 (Grã-Bretanha, aumento na tarifa) e
- Allsop e Robertson, 1994 (Grã-Bretanha, aumento e mudança na tarifa).

A tabela 10.11.1 fornece as melhores estimativas do impacto nos acidentes de diferentes medidas (variação percentual no número de acidentes).

A greve no transporte coletivo em Den Haag, nos Países Baixos, de 7 a 27 de maio de 1981, levou a uma forte redução na oferta. Apenas ônibus regionais estavam rodando. Comparado com os dias correspondentes nos anos 1978, 1979 e 1980, o número de acidentes com vítimas aumentou 18% e o número de acidentes com danos materiais aumentou 31%. O aumento nos acidentes com vítimas correspondeu apenas a acidentes envolvendo bicicletas, ciclomotores e motos. O aumento nos acidentes com danos materiais foi maior para os automóveis, mas inclui também outros tipos de veículos. Contagens viárias mostraram que o tráfego de bicicletas aumentou 45% durante a greve e o tráfego de automóveis, 10% (Boot, Wassenberg e Van Zwam, 1982).

Em 1982 as tarifas da London Transport (ônibus e metrô em Londres) aumentaram por volta de 90%. No primeiro ano após o aumento da tarifa,

TABELA 10.11.1: IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES NA OFERTA DO TRANSPORTE PÚBLICO NOS ACIDENTES.

Gravidade do acidente	Tipos de acidentes afetados	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Greve no transporte coletivo (grande redução da oferta)			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	+18	(+1; +41)
Acidentes com danos materiais	Todos os acidentes	+31	(+25; +38)
Tarifas mais altas (transição do tráfego coletivo para o individual)			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	+4	(+3; +6)
Tarifas mais baixas (transição do tráfego individual para o coletivo)			
Acidentes com vítimas	Todos os acidentes	+0	(-1; +1)

o número de pessoas feridas em Londres foi em torno de 4% maior que o esperado, caso a tarifa não tivesse aumentado. O número de pedestres feridos e passageiros de ônibus diminuiu. O número de feridos entre ciclistas, ciclomotoristas, motociclistas e pessoas automóveis aumentou. O tráfego com a London Transport no horário de pico na região central de Londres diminuiu em 14% de 1981 a 1982. O tráfego de veículos individuais no horário de pico em Londres aumentou 19% no mesmo período (UK Department of Transport, 1989).

Em 1983 as tarifas da London Transport diminuíram cerca de 25%. O número total de feridos não se alterou e o número de pedestres e passageiros feridos em ônibus aumentou; o número de pessoas feridas nos outros grupos de usuários diminuiu. O trânsito do horário de rush, de acordo com a London Transport, de 1981 a 1982, aumentou 10% e o tráfego individual no mesmo horário diminuiu 10%.

Risco individual em diferentes modos de viagem – troca de meio de transporte individual para coletivo

Supõe-se que, priorizando-se o transporte coletivo, o número de acidentes de trânsito diminuiria; pois para o transporte coletivo, o risco global de ferimentos dos usuários em uma viagem com determinados pontos de destino é mais baixo que no transporte individual quando ele é o principal meio de transporte. Foram realizadas várias pesquisas em que se calculou o risco individual de diferentes modos de viagem principal:

Forsström, 1982 (Suécia);
 Lie e Muskaug, 1982 (Noruega);
 Jørgensen, 1988 (Dinamarca);
 Vaa, 1993 (Noruega);
 Hagen e Ingebrigtsen, 1993 (Noruega) e
 Elvik, 1997A (Noruega).

Estas pesquisas se baseiam em alguns pressupostos diferentes e, portanto, não são adequadas para um resumo em forma de meta-análise.

Forsström (1982) estudou o risco de acidentes com vítimas em viagens de porta a porta na área de Gotemburgo. Ele constatou que o risco de ser ferido era, em média, 12% maior quando o transporte público foi usado como o principal modo de viagem (ou seja, para a maior parte da viagem) do que quando um transporte individual foi o principal meio utilizado. A gravidade dos acidentes, entretanto, foi menor com o transporte coletivo. A pesquisa mostrou que os pedestres, ciclistas e ocupantes de ciclomotores ou motocicletas podem reduzir o risco ao optarem pelo transporte coletivo. Os condutores e passageiros, ao contrário, têm maior risco ao mudarem para o transporte coletivo, devido ao aumento da distância de caminhada para os pontos de ônibus e dos pontos de ônibus, que pode levar a mais acidentes de queda quando se utilizam os transportes públicos.

Lie e Muskaug (1982) estimaram um risco semelhante de viagem porta a porta com base em valores de risco de Haugesund. Eles encontraram que o ônibus é o modo de viagem mais seguro. Em um cálculo para a Grande Copenhague, Jørgensen (1988) identificou que o risco foi menor para os trens metropolitanos. O cálculo mostrou também que os usuários de automóveis tinham seu risco reduzido ao trocar de transporte para o trem metropolitano e o ônibus. Ambos os cálculos foram baseados em registros oficiais de acidentes.

Vaa (1993) calculou o risco de viagens porta a porta em que o ônibus era o principal meio de transporte. O cálculo mostrou que o índice oficial dá uma ideia enganosa do risco de lesão em viagens de ônibus. Segundo a estatística oficial, 303 pessoas registraram lesões em acidentes viários em que havia um

ônibus envolvido. O número real, calculado com base nos registros de lesões do Instituto de Saúde Pública do Estado, foi de 632. Além disso, houve 156 pessoas feridas por queda a bordo de um ônibus, sem que este estivesse envolvido em um acidente de trânsito e ainda 2.389 pessoas foram feridas ao subir em um ônibus ou ao descer de um ônibus. No total, o número de pessoas feridas em viagens de ônibus foi calculado em 3.177 por ano, das quais apenas 303 foram oficialmente registradas nas estatísticas de acidentes.

Hagen e Ingebrigtsen (1993) usaram o índice de risco de Vaa para calcular a potencial redução de lesões na migração do automóvel para o trem ou ônibus feita por trabalhadores na província de Akerhus. Eles encontraram que essa transição não resultou em nenhuma diminuição no número de pessoas feridas. A migração para trem poderia reduzir o número de feridos, especialmente para aqueles que têm acesso à estação de automóveis.

Elvik (1997A) calculou as possíveis alterações do risco de lesão com a transição da bicicleta, da motocicleta ou do automóvel para o ônibus ou trem. Os cálculos foram realizados tanto com base em índices oficiais de lesão quanto em índices reais e estimados. Foram refeitos os cálculos para todo o país e para Oslo (para Oslo também foram incluídos os bondes). Em seguida, foi realizado um cálculo relativo aos viajantes de 18 a 24 anos de idade. A pesquisa apresentou um grande número de resultados.

Os cálculos mostraram que o número de pessoas feridas pode diminuir caso ciclistas e pessoas em ciclomotores ou motocicletas migrem para o ônibus ou trem, independente da distância da viagem e não importando se os cálculos foram baseados em dados oficiais ou em estimativas do número total de lesões na área de tráfego público. Para os condutores de automóvel, os cálculos mostraram que o número oficial de feridos provavelmente pode diminuir na transição para o ônibus ou trem. As lesões não registradas de acidentes de queda devem, contudo, aumentar tanto que no geral não se pode esperar nenhum ganho de segurança com os condutores migrando para o ônibus ou trem. Isso se aplica ao menos a viagens curtas.

Nos aspectos principais, os resultados foram iguais tanto para Oslo quanto para todo o país. A transição para bonde foi menos favorável que a transição para o ônibus. Para viajantes de 18 a 24 anos, a transição para o transporte coletivo foi mais favorável

para a segurança que para os demais grupos etários. Mas também para este grupo etário, espera-se que o número de lesões não registradas aumente caso os condutores migrem para o ônibus ou trem para curtas distâncias. Em viagens mais longas, os condutores também podem ter um benefício de segurança migrando para o ônibus ou trem.

As principais tendências nos resultados das pesquisas apresentadas acima pode ser resumida da seguinte maneira:

1. O número de feridos pode diminuir caso ciclistas, ciclomotoristas e motociclistas sejam transferidos para ônibus ou trem. Isso se refere independentemente a todas as distâncias de viagem, com base somente em índices oficiais e também incluindo lesões não registradas.
2. O número de feridos registrados nas estatísticas oficiais pode diminuir caso os condutores de automóvel sejam transferidos para ônibus ou trem. É possível, entretanto, que essa transição aumente o número de lesões não registradas, especialmente de acidentes de queda ao subir em ônibus ou trem ou ao descer de ônibus ou trem.
3. O transporte público menos seguro para se transferir a viagem é o bonde. Para viagens curtas, o ônibus é o mais favorável no quesito segurança e, para viagens longas, o trem é o mais seguro.
4. Acidentes de queda ao subir nos meios de transporte públicos ou descer deles contribuem muito para o risco global de viagens porta a porta com meios de transporte coletivo. Uma rede viária com curtas distâncias entre paradas pode reduzir as distâncias de caminhada e, portanto, o número de lesões. Uma melhor manutenção de vias e operações de inverno nas passarelas também podem reduzir o número de quedas.

Risco de acidentes em vias com e sem transporte coletivo

Duas pesquisas norueguesas (Hvoslef, 1973, 1974; Blakstad, 1990) compararam o risco de acidentes em vias com e sem transporte coletivo. Os resultados mostram que os riscos de acidentes são muito parecidos ou 10% mais altos em trechos urbanos devias de pista simples quando a via é trafegada por ônibus do que quando não é. Em trechos urbanos não muito densos, o aumento do risco é de 39% e em vias de quatro faixas em trechos urbanos o aumento do risco é de 5%. Quando a via é trafegada por ambos, ônibus e bonde, o risco de acidentes au-

menta entre 45% e 213% em vias de pista simples em trechos urbanos e diminui 15% em vias de quatro faixas em trechos urbanos.

O risco mais alto em vias com bonde pode estar relacionado, entre outros, ao fato de o transporte público gerar maior tráfego de pedestres do que o que se tem nas ruas sem o referido transporte coletivo. Além disso, os transportes públicos, especialmente os bondes, têm menos possibilidades para manobras evasivas em situações críticas do que os veículos de passeio e outros automóveis pequenos. Nas áreas urbanas, pode haver um trecho viário muito pequeno em que se possa instituir a faixa coletiva.

Medidas que afetam a procura pelo transporte individual e coletivo

Dentre as medidas que atuam na procura de transportes individuais e coletivos estão:

- preços dos serviços de transporte, incluindo os preços da gasolina e dos automóveis;
- tempo de viagem, incluindo tempo de espera e caminhada;
- outras qualidades da oferta, como, por exemplo, acesso a assentos.

A importância destes fatores na escolha das pessoas em relação ao meio de transporte foi resumida por Fridstrøm e Rand (1993) e Stangeby e Norheim (1995). A tabela 10.11.2 foi construída com base nestes relatórios e mostra o impacto de diferentes fatores na forma de elasticidade da procura. Uma elasticidade da procura mostra a porcentagem alterada de procura quando um dos fatores que atua

sobre a mesma é alterado. Há uma distinção entre a elasticidade em curto prazo (com duração máxima de 1 a 3 anos) e a elasticidade em longo prazo (de 8 a 10 anos), uma vez que há estudos que proporcionam a base para isso. Esses impactos podem ser parcialmente expressos pelo fato de as pessoas mudarem de local de residência ou trabalho ou por adquirirem um veículo que seja mais barato para manter, por exemplo.

O aumento dos custos da posse de automóvel (custos para comprar e possuir um automóvel) leva à diminuição da condução e a algum aumento na demanda pelo transporte público. A queda porcentual na condução é maior que os aumentos no transporte público. O principal impacto de os automóveis estarem cada vez mais caros é eles acabarem sendo menos adquiridos e menos usados. O mesmo se aplica caso aumentem os custos do uso de automóvel. O aumento no tempo das viagens de automóvel reduz sua utilização, mas não substancialmente em virtude de uma maior disponibilidade de transporte público. O aumento das tarifas no transporte público leva à diminuição do seu uso e a um aumento do uso de automóveis particulares. O mesmo se aplica caso o tempo de viagem com meio de transporte coletivo aumente. O aumento na frequência de paradas devido ao aumento do transporte coletivo pode reduzir o tráfego de automóveis. O que significa uma dada variação porcentual da procura de transportes públicos e de condução. Em nível nacional, o transporte coletivo terrestre corresponde a mais de 12% do transporte e os automóveis correspondem a cerca de 79%. Um aumento do transporte público em 1% aumentaria o número total de passageiros-km em 0,12%, enquanto que o aumento de condução de automóveis em 1% aumentaria o número total

TABELA 10.11.2: ELASTICIDADES DA PROCURA PARA TRANSPORTE INDIVIDUAL E COLETIVO. FONTE: Fridstrøm e Rand, 1993 e Stangeby e Norheim, 1995.

		Automóvel	Ônibus	Trem	Avião
Custos de posse do automóvel (+1%)	Longo prazo	-0,41	0,26	0,27	0,24
Custos de uso do automóvel (+1%)	Curto prazo	-0,21	-0,05	-0,01	0,02
	Longo prazo	-0,43	0,12	0,18	0,17
Tempo de viagem com automóvel (+1%)	Longo prazo	-0,51	-0,04	0,14	0,23
Preço do bilhete coletivo (+1%)	Curto prazo	-0,30	-0,70	-0,20	0,16
	Longo prazo	-0,65	-1,10	-0,40	
		Tempo de caminhada	Tempo de espera	Tempo de viagem	Condução de automóvel
Tempo de viagem coletiva (+1%)	Curto prazo	-0,24	-0,37	-0,26	0,16
		Coletivo	Viagem de automóvel		
Frequência das partidas (+1%)	Curto prazo	0,15	-0,04		

de passageiros-km em 0,79%. Isso mostra que determinadas variações percentuais no tráfego se prestam a um impacto muito mais forte nas viagens em geral que as alterações correspondentes no transporte público.

Impacto na mobilidade

A mobilidade é afetada pela composição do tráfego, especialmente nas cidades grandes e seus arredores. Os automóveis requerem mais espaço por passageiro-km que o transporte público e, portanto, consomem maior capacidade rodoviária para que se percorra um dado número passageiros-km (Kolbenstvedt, Silborn e Solheim, 1996). Ao se transferirem viagens de automóvel para o transporte público, a capacidade viária é liberada e o fluxo de tráfego pode melhorar.

Impacto no meio ambiente

As emissões atmosféricas dos diferentes meios de transporte variam de acordo com as condições de tráfego e qualidade técnica dos veículos. Para a maioria dos tipos de emissões poluentes, o transporte coletivo polui mais por quilômetro percorrido que os automóveis (ver www.tiltakskatalog.no). Automóveis movidos à energia elétrica não têm emissões diretas, mas a produção de eletricidade, no entanto, pode poluir. As emissões por passageiros-km dependerão de o quão bem o transporte público utiliza a sua capacidade. Quanto mais passageiros-km puderem ser alocados em um determinado número de veículos/veículos-km, menor serão as emissões por passageiro-km.

Custos

Não há nenhum índice de custos para as medidas descritas neste capítulo.

Avaliações de custo-benefício

A questão de ser socioeconomicamente rentável ou não fornecer subsídios aos transportes públicos ou ainda, de algum modo, procurar influenciar a distribuição dos modos de viagens tem sido bastante discutida. Em uma análise de custo-benefício de subvenções para a Oslo e Sporveier (Larsen, 1993), elaborou-se um resumo para calcular quão

grande deveria ser o subsídio a ser dado à Sporveien com a finalidade de se alcançar o maior benefício social possível. O benefício social foi, neste caso, medido pelo excedente do consumidor. Foram assumidos custos generalizados de viagem (soma dos gastos diretos e custos de tempo) para calcular o excedente do consumidor. O subsídio ideal para a Sporveien foi calculado sob diferentes pressupostos. As subvenções anuais para a Oslo Sporveier quando a pesquisa foi realizada (1992) foram de NOK481 milhões. Caso fosse dada à Sporveien total liberdade de escolha do ajuste ideal de tarifas e ofertas e ao mesmo tempo fosse introduzida a tarifação viária para garantir que os condutores seriam cobrados pelos custos marginais socioeconômicos pela condução de automóvel, o subsídio ótimo seria de NOK296 milhões. Se não fosse introduzida nenhuma tarifação viária, o subsídio ótimo seria de NOK514 milhões, pois o tráfego de automóveis teria, então, uma maior magnitude. A análise mostra que, no tocante à maioria das suposições, é socioeconomicamente rentável fornecer à Oslo Sporveier um subsídio maior do que o que a empresa recebe hoje.

Em uma análise de custo-benefício Sælensminde (2004) mostrou que o benefício de uma nova rede de pedestres e ciclovias em três cidades da Noruega é entre 4 e 5 vezes maior que os investimentos. A análise leva em conta, entre outros, os ganhos de saúde com o aumento de caminhadas e ciclismo e a redução da insegurança como resultado de um tráfego menor. Não foi feita nenhuma suposição sobre as alterações no número total de acidentes. A análise também mostra que os investimentos no tráfego de pedestres e ciclistas são mais rentáveis do ponto de vista socioeconômico que os investimentos em outras formas de transporte.

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A responsabilidade por diferentes medidas que podem afetar a distribuição dos meios de transporte das viagens se divide entre vários órgãos públicos. Para o transporte público regional e local, a responsabilidade é compartilhada entre o estado, a província e o município. O estado tem a responsabilidade global pela política de transportes geral, incluindo o desenvolvimento e a determinação da estrutura do transporte público. O estado tem uma responsabilidade especial pela infraestrutura ferroviária, pela

compra de serviços de transporte de passageiros economicamente não rentáveis da via férrea, aérea e pelas medidas de infraestrutura da rede viária nacional para o transporte coletivo por ônibus. Os municípios são responsáveis pelo desenvolvimento e pela operação da infraestrutura do transporte coletivo (viário, ferroviário, portuário, etc.) e a facilitação da operação do transporte coletivo e licenças, tanto on-shore quanto off-shore. A operação é realizada em grande parte por empresas privadas e públicas.

Requisitos e procedimentos formais

Há uma série de requisitos formais para se obter a autorização para o transporte comercial de passageiros. Os requisitos estão estabelecidos na Lei de Comunicações e não são reproduzidas aqui. O subsídio do governo para o transporte de passageiros é concedido após negociações. Nas negociações, são acordadas as ofertas de rotas e tarifas. Para as rotas locais, as empresas e o município são contrapartes negociantes. O estado conduz negociações anuais com a NSB relativas aos contratos públicos de serviços (subsídios).

Responsabilidade pela execução da medida

O princípio de que o indivíduo pode escolher livremente o meio de transporte para suas viagens é fundamental na política de transportes norueguesa. A tarefa das autoridades públicas é organizar os fundamentos para as escolhas que as pessoas fazem, de modo que estas escolhas, no total, deem um resultado benéfico à sociedade.

O acompanhamento do transporte coletivo no nível nacional é distribuído principalmente entre a Jernbaneverket, Avinor AS, Kystverket e a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. O Ministério das Finanças é responsável pela concepção dos impostos veiculares.

10.12 LEGISLAÇÃO DE TRÂNSITO

Capítulo parcialmente revisado por Alena Høyem (TØI) em 2011

Problema e finalidades

O comportamento dos usuários das vias tem grande importância para a segurança viária. Para tornar o

comportamento o mais uniforme e seguro possível, as autoridades estabeleceram as regras de trânsito. A ideia é que, quando estas regras são seguidas, todos viajam com mais segurança do que quando elas são desrespeitadas. Para garantir que as regras sejam seguidas, a polícia realiza a fiscalização. A violação das regras pode ser multada com taxas, penalidades fixas, multas ou prisão, bem como com pontos na carteira e perda da habilitação.

O número de acidentes, entretanto, não depende somente do comportamento dos usuários das vias. O projeto dos veículos, das vias e as regras de trânsito estão entre os fatores que também afetam a segurança. Além disso, é importante que estas partes do sistema de trânsito sejam projetadas para facilitar ao máximo possível que os usuários obedeçam às regras de trânsito. A legislação do sistema de trânsito, portanto, também inclui os requisitos estabelecidos pelas autoridades para a concepção de vias, do tráfego e dos veículos.

A legislação do sistema de trânsito tem como finalidade reduzir o número de acidentes, proibindo comportamentos particularmente perigosos e regularizando-os de modo que sejam uniformes e previsíveis. Além disso, a legislação ajuda a esclarecer como a responsabilidade pela prevenção de acidentes deve ser distribuída entre os usuários das vias, governos e fabricantes de veículos. Outras finalidades da legislação são garantir a mobilidade no trânsito e limitar os problemas ambientais relacionados.

Descrição da medida

Como “legislação de trânsito” entende-se aqui todas as disposições com força de lei, tal como previsto no código das vias públicas e no código de trânsito, em conformidade com um desses códigos. Além das leis, são previstos vários regulamentos complementares que envolvem especialmente os veículos (regulamentação veicular).

O código das vias públicas de 1963 fornece uma base para as regras de trânsito, de placas e de regulamentações técnicas para o planejamento de rodovias e os requisitos para esses planos. O código de trânsito de 1965 descreve a regulamentação de trânsito, dos veículos, dos condutores de veículos (sob a influência do álcool, por exemplo), das penalidades e da suspensão da habilitação e também das investigações de acidentes de trânsito. Juntos, o código das vias públicas e o código de trânsito dão a

base jurídica para a maioria das medidas específicas descritas na Parte 2 deste Manual.

Os regulamentos principais no código das vias públicas são, entre outros:

- Regulamentação para a construção de vias públicas;
- Instruções para a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega;
- Regulamentação para os requisitos mínimos de segurança para determinados túneis (regulamentações para a segurança de túneis);
- Regulamentação para a gestão da segurança viária (regulamentações para segurança viária);
- Regulamentação para o pagamento de pedágios e impostos adicionais;
- Regulamentação para a intervenção imobiliária nos termos do código das vias;
- Regulamentação para a coleta, a garantia de qualidade, a disponibilização de dados relacionados às vias públicas e ao tráfego, etc. (regulamentações para dados de trânsito).

As principais regulamentações que regem o código de trânsito são, entre outras:

- Regulamentação para os requisitos técnicos e homologação de veículos, peças e equipamentos (regulamentação veicular);
- Regulamentação para o trânsito de veículos e de pedestres (regras de trânsito);
- Regulamentação para a sinalização vertical e horizontal e das informações (regulamentações para sinalização);
- Regulamentação para a carteira de habilitação;
- Regulamentação para a formação do condutor e exames de direção, etc;
- Regulamentação para as bicicletas;
- Regulamentação para a inspeção veicular periódica;
- Regulamentação para a fiscalização veicular ao longo das vias;
- Regulamentação para os procedimentos simplificados em questões de trânsito;
- Regulamentação para os regulamentos e taxas de estacionamento público;
- Regulamentação para tempo de direção e descanso no transporte doméstico e em geral.

A maioria das regulamentações previstas está em conformidade com o código das vias públicas ou o código de trânsito e é determinada pelo Ministério. As disposições gerais sobre veículos são determina-

das pelo Ministério de Transportes; a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tem autoridade para estabelecer os detalhes envolvidos na regulamentação dos veículos.

Impacto sobre os acidentes

É difícil medir os impactos da legislação do sistema de trânsito. O principal problema é que as regras se aplicam ao país todo; não se tem, portanto, um grupo de controle sem regras com o qual se possa comparar. Além disso, o conhecimento sobre o cumprimento das regras muitas vezes é inconclusivo. A legislação pode reduzir o número de acidentes de trânsito ou o número de vítimas, caso as regras exerçam influência sobre os fatores de risco e reduzam os comportamentos de risco, ou outros comportamentos que não estão em conformidade com as regras de trânsito e que podem levar ao aumento do risco de acidentes. Neste capítulo são resumidos os aspectos principais dos conhecimentos apresentados com maiores detalhes nos outros capítulos que dizem respeito aos pontos anteriormente mencionados.

Relação entre o respeito dos condutores às regras de trânsito e o risco de acidentes

O número de infrações de trânsito tem, muitas vezes, se mostrado um dos melhores preditores do envolvimento em acidentes. Isso se refere especialmente ao excesso de velocidade, ao desrespeito às regras de preferencial e ao avanço do sinal vermelho (Masten & Peck, 2004). Os estudos sobre a relação entre o número de infrações de trânsito pelas quais um condutor pode ser punido e o risco de acidentes são:

Peck, McBride e Copping, 1971 (EUA);
 Harrington, 1972 (EUA);
 Goldstein, 1973 (EUA);
 Chipman, 1982 (Canadá);
 Evans e Wasielewski, 1982 (EUA);
 Evans e Wasielewski, 1983 (EUA);
 Wasielewski, 1984 (EUA);
 Smiley, Persaud, Hauer e Duncan, 1989 (Canadá);
 West, Elander e French, 1992 (Grã-Bretanha).

Todas estas pesquisas mostram que os condutores que foram detidos por muitas infrações de trânsito tiveram mais acidentes (por condutor) que os condutores que nunca foram detidos por infrações de

trânsito. Tanto a probabilidade de ser detido quanto o número de acidentes por condutor estão intimamente relacionados à sua quilometragem anual. Deve-se, portanto, controlar a quilometragem quando se estuda a relação entre o número de infrações pelas quais um condutor tenha sido detido e seu risco de acidentes. Em apenas dois dos estudos (Chipman, 1982 e West, Elander e French, 1992) houve controle da quilometragem. Chipman (1982) mostrou que os acidentes aumentam em 3% para homens e em 11% para mulheres que têm entre três e cinco infrações, comparado com condutores que têm entre zero e duas infrações de trânsito. Entre os homens com seis a oito infrações, o risco de acidentes aumenta em 41% e, entre aqueles com nove ou mais infrações, o risco de acidentes aumenta em 29% (entre as mulheres, muito poucas foram encontradas com seis ou mais infrações para que o risco pudesse ser calculado).

O respeito dos usuários às regras de trânsito e outras determinações

- Não há informações suficientes sobre quanto os usuários respeitam as diferentes regras de trânsito e outras regulamentações. As taxas de cumprimento das leis e regulamentações na Noruega são as seguintes
- Limite de velocidade geral e determinado por placas – taxa dos que cumprem o limite de velocidade (Elvik, 2010A): 44,5% em vias com limite de velocidade de 60 km/h ou mais baixo; 54,1% para limites de velocidade de 70 km/h ou mais alto, e 50,0% em todas as vias;
- Uso obrigatório de cintos de segurança entre os condutores (Statensvegvesen, 2010): 90,5% em áreas urbanas; 93,8% em trechos de zona rural, e 92,7% em autoestradas;
- Uso obrigatório de cintos de segurança/sistemas de retenção infantil e cintos de segurança entre as pessoas no banco do passageiro (Statensvegvesen, 2010): 90% em áreas urbanas; 93% em trechos de zona rural, e 92% em autoestradas;
- Uso obrigatório de cintos de segurança/sistemas de retenção infantil e cintos de segurança entre pessoas no banco traseiro (Statensvegvesen, 2010): 91% em áreas urbanas; 95% em trechos de zona rural, e 80% em autoestradas;
- Uso obrigatório de capacete entre condutores de ciclomotor e motociclistas (Fosser, 1995B): 98% em áreas urbanas e 100% em trechos de zona rural;
- Proibição de condução com nível de álcool no sangue acima de 0,2 g/L (Gjerde et al., 2008): 99,63%; 99,70% conduzem com nível de álcool no sangue abaixo de 1,0 g/L;
- Uso obrigatório de faróis diurnos à luz do dia (Elvik, 1993): 90-95%;
- Proibição do avanço do sinal vermelho (Statens vegvesen, 2008): 9,6% avançam o sinal vermelho nos primeiros três segundos e 1,5% avança no restante da duração do tempo do sinal vermelho;
- Proibição do avanço do sinal vermelho para ciclistas (Statens vegvesen, 2008): 60,9% (ciclistas entre 0 e 15 anos); 67,4% (ciclistas entre 15 e 60 anos), e 79,1% (ciclistas acima de 60 anos);
- Preferencial para pedestres que querem atravessar/estão atravessando a via na faixa de pedestres (Stigre, 1991, 1993; Buran et al., 1995; Sakshaug, 1997): 53% em vias com controle de preferencial;
- Preferencial em interseções com controle de preferencial (Stigre, 1991, 1993): 94% em vias com controle de preferencial;
- Regras de tempo de direção e descanso para veículos pesados (Statens vegvesen, 2009): 93% (acatam o repouso diário); 95% (acatam o tempo de direção diário); 77% (uso correto dos gráficos), e 90% (tacógrafo homologado);
- Condição técnica dos veículos pesados (Statens vegvesen, 2009): 90% (acondicionamento da carga aprovado); 86% (peso total aprovado); 80% (freios aprovados); 92% (documentos completos e corretos para o transporte de produtos perigosos); 88% (equipamentos aprovados necessários de extinção de incêndio no transporte de produtos perigosos), e 78% (motorista com certificado de aprovação para o transporte de produtos perigosos);
- Requisitos para a condição técnica dos veículos: taxa de aprovados pela verificação periódica (Statens vegvesen, 2009): 51,6% (veículos leves com menos de 3,5 t); 45,4% (veículos pesados entre 3,5 t e 7,5 t), e 32,0% (veículos pesados com mais de 7,5 t);
- Proibição de *tuning* em ciclomoteres (Fosser e Christensen, 1992): 57,5%;
- Proibição da condução para menores da idade mínima sem carteira de habilitação (Bjørnskau, 1993): 99,94% (condutores de automóvel);
- Requisitos de saúde para os condutores (Stenholt et al., 1992; Bjørnskau, 1993; Brækhus, 1996): 97% (acuidade visual) e 99,8% (demência senil);
- Proibição do uso de telefones celulares *hands-held* durante a condução (Backer-Grøndahl e Sagberg, 2008; Elvik, 2010A): 0,67% que conduz com telefone celular e 0,20% que conduz com telefone celular *hands-held*.

O resumo mostra que o respeito às diferentes disposições é altamente variável. As violações mais comuns são as dos limites de velocidade e das exigências para as condições técnicas dos veículos. Contudo, é relativamente alto o respeito às disposições do nível de álcool no sangue, ao uso obrigatório de faróis diurnos, ao uso obrigatório de capacetes para ciclomotores ou motocicletas, às regras de preferencial nas interseções e ao avanço de sinal vermelho. A violação destas disposições ainda representa um problema considerável de segurança viária. Isso se aplica particularmente às violações do nível de álcool no sangue. A condução sob o efeito de álcool proporciona um risco de acidentes particularmente alto.

Possíveis impactos de 100% de respeito às regras de trânsito e outras determinações

Realizou-se um cálculo da redução potencial no número de vítimas de trânsito supondo 100% de cumprimento da legislação de trânsito (Elvik, 2010B). Os resultados deste cálculo são fornecidos na tabela 10.12.1.

A tabela 10.12.1 inclui apenas as infrações em que o respeito às disposições e a importância para o índice de acidentes de um cumprimento maior das disposições é suficientemente bem conhecido para que seja possível estimar o potencial da redução do número de acidentes no trânsito. Por uma série de disposições, como, por exemplo, sobre a distância do veículo à frente, a utilização das setas na conversão ou no trânsito, determinadas placas de trânsito (via de mão única, por exemplo), não há um conhecimento bom o suficiente para dizer algo específico sobre o que um melhor respeito às regras significaria para as estatísticas de lesões. No entanto, parece claro que um melhor respeito à legislação de trânsito melhora a segurança viária.

Impactos das alterações nas leis

Foram realizadas várias alterações nas leis do código de trânsito na Noruega. A tabela 10.12.2 resume os resultados das pesquisas sobre os impactos dessas medidas em relação ao número de acidentes com vítimas ou de pessoas feridas no trânsito. Os números correspondem aos impactos no grupo-alvo da medida, não no total do índice de acidentes ou feridos no trânsito. O grupo-alvo para o uso obrigatório de capacete em ciclomotores e motocicletas, por exemplo, são condutores e passageiros desses veículos. O grupo-alvo para a preferencial mais rigorosa na faixa de pedestres são os próprios pedestres que atravessam a via em uma faixa de pedestres.

A revogação do teste de renovação da habilitação em 1975, a obrigação mais estrita de dar prioridade aos pedestres em travessia na faixa em 1978, os faróis diurnos obrigatórios em veículos novos em 1985, os faróis diurnos obrigatórios em todos os veículos em 1988 e a alteração da penalidade por dirigir embriagado em 1988 não parecem levar a alterações estatisticamente confiáveis no índice de acidentes. A segurança obrigatória das pessoas no automóvel, tanto nos bancos dianteiros como traseiros, e o sistema de retenção infantil obrigatório parecem ter reduzido o número de feridos. No entanto, o capacete obrigatório para ciclomotores e motocicletas não parece ter reduzido o índice de feridos. Os números aumentaram depois que as proibições foram introduzidas. Estes resultados não têm correspondência com os dos outros estudos encontrados sobre a obrigatoriedade do uso de capacete. As explicações para estes aumentos não são conhecidas. O aumento no grau de notificação para acidentes com ciclomotores ou motocicletas talvez seja uma explicação possível. Outra possibilidade é uma mudança comportamental entre os condutores de ciclomotor e motociclistas depois que eles começaram a usar o capacete.

TABELA 10.12.1: REDUÇÃO POTENCIAL DO NÚMERO DE ACIDENTES E MORTES NO TRÂNSITO SUPONDO 100% DE RESPEITO À LEGISLAÇÃO DE TRÂNSITO. FONTE: Elvik, 2010B.

Grupo principal das determinações	Porcentual de redução no número de mortes / lesões		
	Mortos	Feridos graves	Feridos leves
100% do cumprimento dos limites de velocidade atuais	-23	-16	-6
100% do uso de cinto de segurança	-13	-8	-3
Nenhuma condução sob o efeito de álcool	-16	-10	-3
Nenhuma condução sob efeitos de medicamentos e substâncias psicoativas	-6	-4	-2
Requisitos técnicos do veículo	-7	-11	

TABELA 10.12.2: IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES DO CÓDIGO DE TRÂNSITO SOBRE O NÚMERO DE ACIDENTES COM VÍTIMAS OU DE FERIDOS NO TRÂNSITO.

Alteração legal	Variação percentual do número de acidentes com vítimas ou feridos nos grupos-alvo	
	Melhor estimativa	Intervalo de confiança
Revogação do teste de renovação da habilitação, 1975	+1	(-7; +9)
Capacete obrigatório para ciclomotores/motocicletas, 1977	+42	(+31; +57)
Preferencial mais rigorosa na faixa de pedestres, 1978 (Hvoslef, 1984A)	+11	(-2; +26)
Introdução de multa por falta de uso do cinto de segurança, 1979 (Elvik, 1995A)	-6	(-10; -3)
Introdução do uso obrigatório do cinto de segurança para adultos no banco traseiro (Elvik, 1995B)	-6	(-10; -2)
Introdução do farol diurno automático em automóveis novos, 1985 (Elvik, 1993A)	-2	(-10; +7)
Introdução do uso obrigatório de faróis diurnos em todos os automóveis (Elvik, 1993A)	-5	(-13; +4)
Sistema de retenção infantil obrigatório no automóvel, 1988 (Elvik, 1995B)	-11	(-17; -5)
Alteração da multa pela condução sob efeito de álcool no sangue, 1988 (Vaas e Elvik, 1992)	+3	(-5; +13)
Introdução do esquema de pontos na carteira (pontos por excesso de velocidade, avanço de sinal vermelho, condução ilegal e violação das regras de preferencial), 2004 (Stene et al., 2008)	0	

Possíveis impactos das novas regulamentações do código de trânsito

Atualmente o código de trânsito regula muitos fatores de risco no trânsito. Entretanto, não são todos os fatores de risco que são regulamentados por esta lei. Exemplos de possíveis regulamentações são a imposição de sistemas de segurança nos veículos, a saber, os limitadores de velocidade máxima ou a adaptação inteligente de velocidade; os sistemas antiderrapagem e travas anti-álcool, as restrições de peso ou regulamento para veículos leves, o uso obrigatório de capacete para crianças, e o uso obrigatório de faixas refletivas para os pedestres que andam em uma via pública no escuro.

Impacto na mobilidade

Os impactos da legislação do sistema de trânsito na mobilidade variam dependendo das regras que os envolvem. Algumas regras do código de trânsito limitam a mobilidade para promover a segurança viária. Os limites de velocidade são, talvez, o melhor exemplo disso, mas também as disposições sobre o nível de álcool no sangue podem ser percebidas com uma restrição das oportunidades de viagem. O código de trânsito também possui disposições que proíbem, entre outros, condutas que desnecessariamente impedem o trânsito e o estacionamento que obstrui o tráfego na via. As regras sobre a preferencial também regulam o fluxo de trânsito. O impacto líquido na mobilidade de diferentes disposições não está documentado, e é difícil julgá-lo informalmente.

A legislação de trânsito ajuda, de diferentes modos, a aumentar os custos gerais de viagem por impor, por exemplo, que certos tipos de equipamentos sejam utilizados (cintos de segurança, faróis diurnos), por proibir certas formas de comportamento (condução a 150 km/h) ou por demandar certos padrões mínimos nos veículos. Deve ser considerado como altamente provável que, se não existisse nenhuma dessas legislações, tanto o volume de tráfego quanto os níveis de velocidade seriam maiores do que são hoje.

Impacto no meio ambiente

Os impactos da legislação de trânsito no meio ambiente não estão documentados. As regulamentações também incluem limites de ruído e emissões para os veículos. Desde 1989 é obrigatório catalisador para purificação de gases do escapamento nos veículos novos. Foi documentado que isso ajuda a reduzir a poluição do ar (Statensforurensingstilsyn, 1993). O uso obrigatório de faróis diurnos durante o dia contribui para o aumento do consumo de combustível e para o aumento insignificativo de emissões de gases (Ørjasæter e Bang, 1993). Outros impactos da legislação de trânsito no meio ambiente não estão documentados.

Custos

Os custos da legislação de trânsito são de dois tipos: custos diretos e indiretos. Os custos diretos cons-

tituem-se em custos de concepção das disposições legais e custos de controle e sanções. Os custos indiretos são custos adicionais que são imputados aos condutores sob a forma de, por exemplo, veículos mais caros ou aumento de gastos de viagens. Uma característica especial do direito como instrumento de política pública é que os custos diretos geralmente são pequenos e os custos indiretos, grandes, ou seja, a alteração em si de uma legislação não exige custos, porém gera impactos de ordem financeira em menor ou maior grau (Friedman, 1987).

Avaliações de custo-benefício

Pode-se diferenciar entre as avaliações de custo-benefício da regulamentação existente, de novos regulamentos, da fiscalização das regulamentações existentes e de sanções contra a violação das leis.

Regulamentações existentes: os que têm se mostrado socioeconomicamente rentáveis são, por exemplo, o uso obrigatório de faróis diurnos nos veículos (capítulo 4.5), o uso obrigatório de capacete em ciclomotores e motocicletas (capítulo 4.11), o uso obrigatório do cinto de segurança (capítulo 4.12) e o uso obrigatório de barra de proteção contra o encaixe nos veículos pesados (capítulo 4.22).

Possíveis novos regulamentos: os que podem ser socioeconomicamente rentáveis são os sistemas antiderrapagem obrigatórios para veículos leves (capítulo 4.29) e freios ABS obrigatórios em motocicletas (capítulo 4.31).

Medidas de controle: as que são consideradas socioeconomicamente rentáveis são o aumento da fiscalização policial em relação à velocidade e ao álcool, o aumento da fiscalização do uso de cinto de segurança e o aumento do uso de câmeras de controle automático do tráfego (capítulo 8.2).

Sanções: devido à violação das regras que são ou poderiam ser socioeconomicamente rentáveis, há a trava antiálcool e outras restrições para condutores condenados por embriaguez (capítulo 8.8).

Responsabilidade e procedimentos formais

Iniciativa para a medida

A legislação de trânsito envolve legalmente três tipos principais de medidas: (1) leis formais, (2) regu-

lamentos e disposições complementares e (3) medidas individuais. Quem toma a iniciativa varia entre os diferentes tipos de medida. As alterações nas leis formais geralmente são realizadas por um comitê designado pelo governo ou por um ministério. Em decorrência do Acordo EEE, todas as diretivas de conselho adotadas pela União Europeia são adotadas como leis norueguesas. Na legislação norueguesa, as diretivas têm status normal de regulamentação. As iniciativas de alteração nos regulamentos normalmente são tomadas por um ministério ou diretório, como, por exemplo, a Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. As resoluções individuais em conformidade com as leis, como, por exemplo, as resoluções sobre a alocação e a homologação de veículos e a emissão de carteira de habilitação ou imposição de multas por infrações de trânsito, normalmente são feitas por oficiais da Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega ou pela polícia.

Requisitos e procedimentos formais

As regras formais sobre como as leis devem ser adotadas estão indicadas na Constituição e nas Regras de Procedimentos Parlamentares. As leis formais são aprovadas pelo Parlamento conforme proposta do governo. Os regulamentos normalmente são adotados pelo governo ou por um ministério. As regulamentações complementares são adotadas via de regra pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega. As regras formais para as decisões sobre os regulamentos são fornecidas pela lei norueguesa de administração pública. Exige-se, entre outras coisas, que os projetos de regulamentação sejam apresentados às partes interessadas para comentários antes de sua adoção. Em relação às alterações, como, por exemplo, nas regras de trânsito, que afetam todos os usuários viários, é comum que as organizações interessadas, como as organizações veiculares ou as associações de transporte cicloviário, tenham a oportunidade de expressar suas opiniões.

Responsabilidade pela execução da medida

Os usuários das vias são responsáveis pelo cumprimento de todas as disposições do código de trânsito que se destinem aos condutores. Uma parte das exigências técnicas para novos veículos é voltada para a indústria automotiva. A autoridade da fiscalização do código de trânsito é dada à polícia, à Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da No-

ruega e aos municípios. A polícia tem autoridade para fiscalizar e sancionar as infrações de todas as disposições do código de trânsito. A Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega tem autoridade para conduzir inspeções técnicas veiculares e fiscalização dos usuários das vias no que diz respeito ao uso dos equipamentos de proteção individual. Os municípios podem, conforme certas condições, impor determinações para o estacionamento e multas para estacionamento ilegal.

10.13 REGULAMENTAÇÃO DO TRANSPORTE PROFISSIONAL (CONCESSÃO DE TRANSPORTE)

Capítulo revisado por Rune Elvik (TØI) em 2008

Problema e finalidades

Estima-se que aproximadamente de 10 a 15% do volume de tráfego nas vias públicas da Noruega seja de transporte profissional (Rideng e Vågane, 2008). Por transporte profissional entende-se o transporte pago de pessoas ou mercadorias para terceiros. Muitas vezes o transporte profissional é feito com veículos grandes e pesados, como ônibus ou caminhões. Boa parte do transporte profissional tem em seu custo a importância do tempo de transporte. Normalmente isso se refere a levar pessoas ou mercadorias dentro de um determinado período de tempo. A combinação “limitação de tempo e veículos de grande porte” faz com que o transporte profissional represente um risco particular. Por esta razão, as autoridades da Noruega desde a década de 1940 procuraram regulamentar o transporte profissional com a ajuda da legislação e de concessões, também chamadas de “acordos de licença”.

A lei de concessões é uma lei que diz que alguém não tem permissão para se envolver em atividades e negócios específicos sem permissão (licença, autorização) da autoridade pública. Para obter a permissão, os agentes comerciais geralmente devem cumprir uma série de condições. Os termos “concessão”, “autorização” e “licença” são usados alternadamente. Na Noruega, a operação do transporte profissional é regulamentada pela lei de transporte de 2002. A lei aplica-se a todas as operações e disseminação do transporte profissional, que, entre outras coisas, significa o aluguel de veículos e a condução de táxis e ônibus e o transporte profissional em vans ou caminhões.

A lei de concessão prevê, em princípio, a possibilidade de controlar detalhadamente a lei que regula as atividades, para que as autoridades possam determinar o número de profissionais (a quantos será dada a concessão) e os requisitos de elegibilidade que deverão ser preenchidos (condições de concessão).

Descrição da medida

A lei de transporte de 2002 regulamenta o transporte profissional na Noruega. Ela se aplica ao transporte de táxi, ao transporte regular de passageiros (ônibus) e ao transporte de passageiros e mercadorias em balsas e transporte de mercadorias em veículos automotores. Para envolver-se com estas formas de transporte é necessário autorização, e a permissão é concedida quando são cumpridos os requisitos em relação à conduta, finanças e conhecimento do setor de transportes. A permissão para o transporte de ônibus pode exigir licitações. Não é necessária nenhuma permissão para o transporte de mercadorias que é realizado como parte de outro negócio ou para o transporte organizado de funcionários no trajeto casa–trabalho–casa.

As licitações são muitas vezes usadas para conceder a permissão para o transporte de ônibus. Também é comum usar os chamados contratos de incentivo para o transporte público. Com eles, as empresas de ônibus recebem incentivos para aumentar o número de passageiros, reduzir os atrasos, ou para operações de baixo custo. As licenças para o transporte de passageiros são concedidas apenas quando há uma necessidade desse transporte. As autorizações para o transporte de mercadorias, por outro lado, não requerem que as necessidades sejam documentadas e não há licitações entre as empresas de transporte.

Internacionalmente há uma tendência cada vez maior nos últimos 30 anos para a liberalização e a desregulamentação do transporte profissional de passageiros. A liberalização significa que são estipulados menos requisitos para se obter a permissão de operar o transporte profissional de passageiros. A desregulamentação significa que qualquer pessoa terá permissão para iniciar um negócio de transporte, sem a necessidade de permissão. O setor dos transportes na Noruega é regulamentado, mas se caracteriza pela competição entre as empresas de transporte, seja por licitação ou por existirem várias empresas que oferecem o mesmo tipo de serviço.

Aqueles que realizam transporte profissional ainda estão sujeitos a inúmeras regulamentações públicas, inclusive em termos de regras relacionadas a períodos de direção e descanso, requisitos relativos à abstinência de álcool durante o horário de trabalho e disposições para inspeção veicular.

Impacto sobre os acidentes

Elvik (2006B) resumiu os resultados de 25 estudos de liberalização, licitações e desregulamentação do transporte profissional. Não houve mudança significativa no número de acidentes como resultado da desregulamentação do transporte profissional rodoviário de passageiros. A melhor estimativa é um aumento de 2% (intervalo de confiança de 95% [-4%; +8%]).

Para a aviação, não foi encontrada nenhuma alteração significativa no número de acidentes como resultado da desregulamentação. Para o transporte ferroviário, verificou-se uma redução do número de acidentes em 25% após a desregulamentação. Este resultado é estatisticamente significativo, mas não há certeza de que ele seja apenas efeito da desregulamentação ou se é influenciado por outros fatores.

Em geral, parece que a regulamentação do transporte profissional de passageiros tem pouco impacto sobre a segurança. Uma possível explicação é que o transporte está sujeito a uma série de requisitos de segurança que se aplicam, apesar da desregulamentação. Esses requisitos de segurança incluem exigências técnicas para veículos, abstinência obrigatória de álcool, necessidades de formação e de obediência às regras de período de direção e descanso.

Impacto na mobilidade

Os impactos da regulamentação do transporte profissional na mobilidade não estão documentados. No transporte de mercadorias há uma produção técnica em larga escala (Hagen, 1995). Isso significa que os custos de transporte por toneladas-km são mais baixos para os veículos maiores e com maior quilometragem anual. Em um mercado de transportes não regulamentado, as empresas de transporte que oferecem o serviço mais barato reforçam sua posição, o que pode envolver um percentual crescente de grandes caminhões que conduzem por longas distâncias. Isso é vantajoso para a economia de

transportes e poderia também, em teoria, ser vantajoso para a segurança. Uma concentração do transporte em alguns veículos de grande porte significa que uma determinada quantidade de mercadorias pode ser transportada com menos quantidade de quilômetros do que se fossem utilizados veículos menores.

Impacto no meio ambiente

Os caminhões de grande porte necessitam de maior espaço, geram nível alto de ruído e relativamente alto de emissões, especialmente quando estão muito carregados e conduzem o mais rápido que a carga e as condições viárias permitem. Introduziu-se recentemente um limitador de velocidade máxima em veículos com um peso bruto de 3,5 toneladas. A velocidade se limita a 90 km/h para caminhões e a 100 km/h para ônibus. A tabela 10.13.1 mostra os custos ambientais estimados por veículos-km para diferentes tipos de veículos (Samstad, Killi e Hageman, 2005). Os custos são maiores nas grandes cidades. Os custos ambientais são menores para trens de passageiros que para ônibus. Os impactos da legislação do transporte profissional no meio ambiente não estão documentados.

Custos

Os custos diretos da regulamentação do transporte profissional são pequenos. A lei é administrada pelos municípios. Segundo o Escritório Central de Estatística da Noruega, os custos giram em torno de NOK 5 e NOK 10 milhões ao ano.

Não há nenhuma documentação sobre os custos legais para os requerentes de concessões de transporte. Eventuais custos indiretos da lei, sob a forma de, por exemplo, maiores preços de transporte do que os que se seriam praticados sem a lei, tampouco estão documentados.

Avaliações de custo-benefício

Não há nenhuma análise de custo-benefício da regulamentação do transporte profissional na Noruega. Estudos americanos (Moses e Savage, 1989) sugerem que a desregulamentação da aviação e do transporte por caminhão nos EUA levou a preços mais baixos e maior quantidade de transporte. A segurança parece não ter diminuído.

TABELA 10.13.1: CUSTOS EXISTENTES POR VEÍCULOS-KM PARA DIFERENTES TIPOS DE VEÍCULOS. VALORES DE 2005.

Tipo de veículo	Componente	NOK por veículos-km		
		Cidades grandes	Cidades pequenas	Trechos de zona rural
Automóvel (gasolina)	Gases de efeito estufa	0,103	0,103	0,103
	Poluição local	0,064	0,041	0,016
	Ruído	0,310	0,310	0,000
	Todos	0,477	0,454	0,119
Automóvel (diesel)	Gases de efeito estufa	0,106	0,106	0,106
	Poluição local	0,600	0,191	0,009
	Ruído	0,309	0,309	0,000
	Todos	1,015	0,606	0,115
Van (diesel)	Gases de efeito estufa	0,170	0,170	0,170
	Poluição local	0,699	0,227	0,014
	Ruído	0,310	0,310	0,000
	Todos	1,179	0,707	0,184
Ônibus	Gases de efeito estufa	0,538	0,538	0,538
	Poluição local	4,575	2,038	0,178
	Ruído	2,906	2,925	0,000
	Todos	8,019	5,501	0,716
Carreta (diesel) 3,5-7,5 t	Gases de efeito estufa	0,280	0,280	0,280
	Poluição local	1,745	0,799	0,075
	Ruído	1,967	1,942	0,000
	Todos	3,992	3,021	0,355
Carreta (diesel) 23 t ou +	Gases de efeito estufa	0,641	0,641	0,641
	Poluição local	4,003	1,747	0,167
	Ruído	3,226	3,214	0,000
	Todos	7,870	5,602	0,808
Trem de passageiros	Gases de efeito estufa	0,654	0,654	0,654
	Poluição local	2,784	0,825	0,206
	Ruído	1,856	1,650	0,000
	Todos	5,294	3,129	0,860
Trem de mercadorias	Gases de efeito estufa	2,270	2,270	2,270
	Poluição local	7,423	2,474	0,687
	Ruído	4,949	5,567	0,000
	Todos	14,642	10,311	2,957

Responsabilidade e procedimentos formais

Requisitos e procedimentos formais

O escritório regional de administração de transportes lida com os pedidos de concessão de transporte e apresenta recomendações. As decisões de alocação são feitas pela comissão regional. Para obter uma licença, o requerente tem de cumprir os requisitos legais de elegibilidade. Os requisitos são bastante detalhados e não serão reproduzidos aqui. Parcialmente como um resultado do Acordo EEE, foi aberto o processo de licitação para o transporte de ônibus local (rotas de ônibus). O escritório de transportes conduz o processo de licitação.

Responsabilidade pela execução da medida

A licença concedida pode ser revogada se o seu titular não cumprir as condições que foram definidas ao recebê-la, caso a licença não seja utilizada ou se ele falir. Em caso de morte, a licença concedida poderá, sob certas condições, ser adquirida pelo cônjuge. As decisões sobre a revogação da licença deverão ser por escrito e deverão ser justificadas. É possível recorrer à decisão da província. O órgão de recurso é o Ministério dos Transportes. As regras processuais da lei administrativa aplicam-se às questões de recurso.

REFERÊNCIAS

- Aas, H., Minken, H. & Samstad, H. (2009). *Myter og fakta om kjøprising*. TØI-rapport 1010/2009, Transportøkonomisk institutt.
- Abdel-Aty, M. & Radwan, A.E. (2000). Modeling traffic accident occurrence and involvement. *Accident Analysis and Prevention*, **32**, 633-642.
- Adams, J., White, M., & Heywood, P. (2005). Time trends in socioeconomic inequalities in road traffic injuries to children, Northumberland and Tyne and Wear 1988–2003. *Injury Prevention*, **11**, 125-126.
- Agerholm, N., Tradisauskas, N., Harms, L. & Lahrmann, H. (2007). *Preliminary results from the Danish ISA project spar paa farten – behaviour*. 14th World Congress On Intelligent Transport Systems - ITS for a Better Life. Beijing.
- Aguero-Valverde, J., & Jovanis, P. P. (2006). Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. *Accident Analysis & Prevention*, **38**, 618-625.
- Allsop, R. E. & E. D. Turner. (1986). Road casualties and public transport fares in London. *Accident Analysis and Prevention*, **18**, 147-156.
- Allsop, R. E. & S. A. Robertson. (1994). Road Casualties in London in Relation to Public Transport Policy. *Journal of Transport Economics and Policy*, **28**, 61-82.
- Allsop, R. E., Sze, N. N. & Wong, S. C. (2011). An update on the association between setting quantified road safety targets and road fatality reduction. *Accident Analysis and Prevention*, **43**, 1279-1283.
- Amundsen, A. (2011). *Tiltakskatalogen for Transport, Miljø og Klima*, kapittel A5 Vegprising – kjøprising, under utarbeidelse.
- Amundsen, F. H. & K. O. Gabestad, (1991). *Oslo tunnelen. Erfaringer fra planleggingen og det første driftsåret*. Rapport 14, 1991. Vegdirektoratet, Plan- og anleggsavdelingen, Oslo.
- Andersen, O. & Lundli, H. E. (2000). *Ulykkesrisiko ved persontransport*. Vf-Notat 1/00. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Anderson, I.B., Bauer, K.M., Harwood, D.W. & Fitzpatrick, K. (1999). Relationship to safety of geometrical design consistency measures for rural two-lane highways. *Transportation Research Record*, **1658**, 43-51.
- Atkins (2006). *World Review of Road Pricing – phase 2, final report*. Commission for integrated Transport.
- Avinor AS, Jernbaneverket, Kystverket, Klima- og forurensningsdirektoratet, Sjøfartsdirektoratet og Statens Vegvesen (2010). *Klimakur 2020. Sektoranalyse transport. Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra transport*. Arbeidsnotat, 15.04.2010.
- Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Statens vegvesen (2012). *Forslag til Nasjonaltransportplan 2014-2023*. Oslo.
- Backer-Grøndahl, A. & Sagberg, F. (2009). *Driving and telephoning: Relative crash risk when using hand-held and hands-free mobile phones*. Unpublished manuscript. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Baldwin, D. G. (1980). Uses of Road Liability Law in Improving Road Safety Decision-making. *The HSRI Research Review*, **10**, 4, 2-6, 1980. Highway Safety Research Institute, University of Michigan.
- BAST (2002). *Sicherheitsaudit für Strassen (SAS) in Deutschland*. Berichte der BAST; Verkehrstechnik Heft V98.
- Bauer, K.M., Harwood, D.W., Hughes, W.E. & Richard, K.R. (2004). Safety Effects of Using Narrow Lanes and Shoulder-Use Lanes to Increase the Capacity of Urban Freeways. In *Transportation Research Record*, **1897**, 71–80.
- Bennett, G. T. & J. Marland. (1978). *Road accidents in traditionally designed local authority estates*. TRRL Supplementary Report 394. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Bergan, R. & E. Wærness. (1995). *De norske kjøretøyavgiftene*. ECON-rapport 124/95. Econ Analyse, Oslo.
- Björkertun, U. (1991). *Linjeföring samt prediktion av olyckor utifrån linjeföringsdata för vägar projekterade/bygga under 1950-1960- respektive 1970-talet*. VTI-meddelande 641. Statens Väg- och Trafikinstitut (VTI), Linköping.
- Bjørnland, D. (1989). *Vegen og samfunnet. En oversiktlig fremstilling og analyse i anledning Vegdirektoratets 125-årsjubileum 1864-1989*. Vegdirektoratet, Oslo.
- Bjørnskau, T. (1993). *Risiko i veitrafikken 1991/92*. TØI-rapport 216. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Bjørnskau, T. (2008). *Risiko i trafikken 2005-2007*. TØI Rapport 986/2008. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T., Nævestad, T. O. og Akhtar, J. (2010). *Trafikksikkerhet blant mc-førere – En studie av risikoutsatte undergrupper og mulige tiltak*. TØI rapport 1075, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Blakstad, F. & T. Giæver. (1989). *Ulykkesfrekvenser på vegstrekninger i tett og middels tett bebyggelse*. Rapport STF63 A89005. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Blakstad, F. (1990). *Ulykkesfrekvenser på hovedveger i byområder*. Rapport STF63 A90005. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Boot, T. J. P. M., P. W. Wassenberg & H. H. P. van Zwam. (1982). Changes in the road accident pattern as a result of a strike at the municipal public transport undertaking in The Hague. In: *Proceedings (117-124) of Seminar on Short-term and Area-wide Evaluation of Road Safety Measures*, Amsterdam, April 19-21, 1982. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Borger A. (1995). *Underrapportering av trafikkulykker. Metaanalyse av rapporteringsgrad*. Arbeidsdokument TST/0690/95. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Borger, A. (1991). *Underrapportering av trafikkulykker*. TØI-notat 975. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borger, A., S. Fosser, S. Ingebrigtsen & I.-A. Sætermo. (1995). *Underrapportering av trafikkulykker*. TØI-rapport 318. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Brækhus, A. (1996). *Demens og bilkjøring. Dagens situasjon og praksis vedrørende helseattest for førerkort*. Upublisert rapport-manuskript. Ullevål sykehus, hukommelsesklinikken, Oslo.

- Breen, J. (2012). *Quantitative road safety targets*. Draft webtext for DaCoTa project. Leischendam, SWOV Institute for Road Safety research.
- Brendemoen, A. & H. Vennemo. (1993). Hva koster det å øke skattene? *Økonomiske analyser*, **8**, 22-28.
- Brindle, R. E. (1984). *Town planning and road safety. A review of literature and practice*. Office of Road Safety Report CR 33; ARRB Special Report SR 28. Department of Transport, Office of Road Safety, Canberra, Australia.
- Broughton, J. (1995). *The likely effect of downsizing on driver casualties in two-car accidents*. TRL Report 171. Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Brown, H. & Tarko, A. (1999). Effects of access control on safety of urban arterial streets. *Transportation Research Record*, **1665**, 68-74.
- Brownfield, J. (1996). The Application of Safety Audit Principles as a Means of Accident Prevention. *Proceedings*, Vol **4A**, 11-27, of the *Conference Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP)*, Prague, the Czech Republic, September 20-22, 1995. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- Buran, M., T. Heieraas & S. Hovin. (1995). *Forkjøringsregulering av Singsakeringen i Trondheim*. Prosjektoppgave ved Institutt for samferdselsteknikk NTH, Trondheim.
- Caliendo, C., Guida, M. & Parisi, A. (2007). A crash-prediction model for multilane roads. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 657-670.
- Campbell, B. J. (1991). Incentives for corporate and political behavior. In: *Enforcement and Rewarding: Strategies and Effects, Proceedings of the International Road Safety Symposium* in Copenhagen, Denmark, September 19-21, 1990, 123-125, (Koorstra, M. J. & J. Christensen, eds). SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- Cappelen akademisk forlag (2007). *Vegtrafikklovgivningen*. 47. utgave. Å jour per 1.3.2007. Cappelen akademisk forlag, Oslo.
- Cardoso, J.L., Stefan, C., Elvik, R. & Sørensen, M. (2007). *Road safety inspection – best practice Guidelines and Implementations*. Steps, report D5, Ripcord-Iserest.
- Chang, L.Y. (2005). Analysis of freeway accident frequencies: Negative binomial regression versus artificial neural network. *Safety Science*, **43**, 541-557.
- Chatfield, B. V. (1987). *System-Wide Safety Improvements: An Approach to Safety Consistency*. National Cooperative Highway Research Program Report 132. Transportation Research Board, Washington DC.
- Chipman, M. L. (1982). The role of exposure, experience and demerit point levels in the risk of collision. *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 475-483.
- Christensen, P. (1988). *Utbedringer av ulykkespunkter på riksveger og kommunale veger i perioden 1976-1983*. Erfaringsrapport. TØI-rapport 0009. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Christensen, T., Egeberg, M., Larsen, H. O., Lægred, P. & Roness, P. G. (2002). *Forvaltning og politikk*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Christiansen, P., & Loftsgarden, T. (2011). *Drivkrefter bak urban sprawl i Europa*. TØI rapport 1134/2011. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- City of Stockholm (2006). *Facts and results from the Stockholm trials*. City of Stockholm, Congestion Charge Secretariat.
- Clarke, D. D., Ward, P., Truman, W., & Bartle, C. (2008). *A poor way to die: deprivation and road traffic fatalities*. London Department for Transport.
- Clifton, K. J., & Kreamer-Fulst, K. (2007). An examination of the environmental attributes associated with pedestrian-vehicular crashes near public schools. *Accident Analysis & Prevention*, **39**, 708-715.
- Clifton, K. J., Burnier, C. V., & Akar, G. (2009). Severity of injury resulting from pedestrian-vehicle crashes: What can we learn from examining the built environment? *Transportation Research Part D*, **14**, 425-436.
- Coggan, C., Patterson, P. & Brewin, M. (2000). Evaluation of the Waitakere Community Injury Prevention Project. *Injury Prevention*, **6**, 130-134.
- Council, F. & Steward, J. (1999). Safety effects of the conversion of rural two-lane to four-lane roadways based on cross-sectional models. *Transportation Research Record*, **1665**, 35-43.
- Danmarks statistik. (1982). *Færdselsuheld 1981*. Kapittel 4 Personskader i forhold til transportmængde. Statistiske meddelelser 1982:8. Danmarks statistik, København.
- Davidson, L. L.; Durkin, M. S.; Kuhn, L.; O'Connor, P.; Barlow, B. & Heagarty, M. C. (1994). The Impact of the Safe Kids/Healthy Neighborhoods Injury Prevention Program in Harlem, 1988 through 1991. *American Journal of Public Health*, **84**, 580-586.
- Davies, R.B., Cenek, P.D. & Henderson, R.J. (2008). The effect of skid resistance and texture on crash risk. *International Safer Roads Conference*, Cheltenham England, 11-14 May 2008.
- De Leon, A. P., Svanström, L., Welander, G., Schelp, L., Santesson, P. & Ekman, R. (2007). Differences in child injury hospitalizations in Sweden: The use of time-trend analysis to compare various community injury-prevention approaches. *Scandinavian Journal of Public Health*, **35**, 623-630.
- Delegationen för transporttematik. (1994). *Vägval för IT i trafiken*. K 1994:08. Norstedts, Stockholm.
- Departementene (2009). *Ulykker i Norge. Nasjonal strategi for forebygging av ulykker som medfører personskade 2009-2014*. Oslo, Departementene.
- Downs, A. (1962). The Law of Peak-Hour Expressway Congestion. *Traffic Quarterly*, **16**, 393-409.
- Dumbaugh, E., Rae, R., & Wunneberger, D. (2009). *Examining the relationship between community design and crash incidence*. Report 167173-1. Texas A&M University System. Texas Transportation Institute.

- Econ (2003). *Eksterne marginale kostnader ved transport*. Report 2003-054, Econ analyse, Oslo.
- Edwards, P., Green, J., Roberts, I., Grundy, C., & Lachowycz, K. (2006). *Deprivation and road safety in London*. London School of Hygiene and Tropical Medicine: Report to the London Road Safety Unit.
- Eenink, R., Dijkstra, A., Wijnen, W. & Janssen, T. (2007). *Road pricing and road safety – Possible effect on road safety of 23 variants of road pricing*. Rapport R-2007-4E, SWOV Institute for Road Safety Research, Nederland.
- Eksler, V., Lassarre, S., & Thomas, I. (2006). *The regional analysis of road mortality in Europe: a Bayesian ecological regression model*. BIVÉC-GIBET Transport research day, November 2005, Depenkbeek, Belgium.
- El-Basyouny, K., & Sayed, T. (2009). Accident prediction models with random corridor parameters. *Accident Analysis & Prevention*, **41**, 1118-1123.
- Eliasson, J. (2009). A cost-benefit analysis of the Stockholm congestion charging system, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, årgang 43, nr. 4, side 468-480.
- Elvebakk, B. (2010). *Bruk av kunnskap om veiulykker fra Statens havarikommisjon for transport*. TØI-rapport 1069. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. & Amundsen, A. H. (2000). *Improving road safety in Sweden. Main report*. Report 490. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. & R. Muskaug. (1994). *Konsekvensanalyser og trafikksikkerhet*. TØI-rapport 281. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1992). Nytte-kostnadsanalysers rolle som grunnlag for riksveginvesteringer. Arbeidsdokument TST/0321/92 konfidensielt. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1993). Økonomisk verdsetting av velferdstap ved trafikkulykker. Dokumentasjonsrapport. TØI-rapport 203. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1993A). *Hvor rasjonell er trafikksikkerhetspolitikken? En analyse av investeringsprogrammet på Norsk veg- og vegtrafikkplan*. Rapport 175. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1993A). Quantified road safety targets: a useful tool for policy making? *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 569-583.
- Elvik, R. (1993A). The effects on accidents of compulsory use of daytime running lights for cars in Norway. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 383-398.
- Elvik, R. (1993B). *Hvor rasjonell er trafikksikkerhetspolitikken? En analyse av investeringsprogrammet på Norsk veg- og vegtrafikkplan*. Rapport 175. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1993B). Om å konstituere interesser gjennom formelle organisasjonsstrukturer. TØI-særtrykk 35. *VTIs og TFBs Forskardagar 1993*, del 3, 83-91.
- Elvik, R. (1993B). Quantified road safety targets: a useful tool for policy making? *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 569-583.
- Elvik, R. (1993C). The effects on accidents of compulsory use of daytime running lights for cars in Norway. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 383-398.
- Elvik, R. (1993D). Quantified road safety targets: a useful tool for policy making? *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 569-583.
- Elvik, R. (1993D). Quantified road safety targets: a useful tool for policy making? *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 569-583.
- Elvik, R. (1993E). *Økonomisk verdsetting av velferdstap ved trafikkulykker. Dokumentasjonsrapport*. TØI-rapport 203. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1993E). Økonomisk verdsetting av velferdstap ved trafikkulykker. Dokumentasjonsrapport. TØI-rapport 203. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1993F). Om å konstituere interesser gjennom formelle organisasjonsstrukturer. Særtrykk av VTIs og TFBs forskerdager. Del 3, 83-91.
- Elvik, R. (1994). The external costs of traffic injury: definition, estimation and possibilities for internalization. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 719-732.
- Elvik, R. (1995). Explaining the distribution of State funds for national road investments between counties in Norway: Engineering standards or vote trading? *Public Choice*, **85**, 371-388.
- Elvik, R. (1995A). Explaining the distribution of State funds for national road investments between counties in Norway: Engineering standards or vote trading? *Public Choice*, **85**, 371-388.
- Elvik, R. (1995A). Explaining the distribution of State funds for national road investments between counties in Norway: Engineering standards or vote trading? *Public Choice*, **85**, 371-388.
- Elvik, R. (1995A). Virkninger av bilbelter i Norge. Arbeidsdokument TST/0667/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1995B). *Virkninger av bilbelter i Norge*. Arbeidsdokument TST/0667/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1995B). Virkninger av påbud om sikring av barn i bil i Norge. Arbeidsdokument TST/0684/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1995C). *Virkninger av påbud om sikring av barn i bil i Norge*. Arbeidsdokument TST/0684/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1996). Trafikanter eksponering og risiko i vegtrafikk. Arbeidsdokument TST/0775/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1996B). Potensielle virkninger på ulykker og tidsbruk i trafikken av en toppfartssperre på motorkjøretøy. Arbeidsdokument TST/0748/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1996C). Virkninger av fotgjengerrefleks på antall fotgjengerulykker i mørke. Arbeidsdokument TST/0704/1996. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Elvik, R. (1996D). Trafikanter eksponering og risiko i vegtrafikk. Arbeidsdokument TST/0775/96. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1997A). *En sammenstilling av beregninger av potensielle virkninger på ulykkene av å overføre reiser fra individuell til kollektiv transport*. Arbeidsdokument TST/0860/97. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1997A). En sammenstilling av beregninger av potensielle virkninger på ulykkene av å overføre reiser fra individuell til kollektiv transport. Arbeidsdokument TST/0860/97. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1997B). *Vegtrafikklovgivning, kontroll og sanksjoner. Potensialet for å bedre trafiksikkerheten og nytte-kostnadsvurdering av ulike tiltak*. TØI-notat 1073. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (1999). *Bedre trafiksikkerhet i Norge*. TØI rapport 446. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (2001A). *Quantified road safety targets. An assessment of evaluation methodology*. Report 539. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. (2001B). Improving road safety in Norway and Sweden: analysing the efficiency of policy priorities. *Traffic Engineering and Control*, **42**, 1, 9-16.
- Elvik, R. (2005). Joint OECD/ECMT transport research centre. Questionnaire on road safety funding and resource allocation. Response from Norway. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (2006). Economic deregulation and transport safety: A synthesis of evidence from evaluation studies. *Accident Analysis and Prevention*, **38**, 678-686.
- Elvik, R. (2006A). *Road safety inspection: safety effects and best practice guidelines*. Report 850/2006, Institute of transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. (2006A). Road safety inspection: safety effects and best practice guidelines. Report 850/2006, Institute of transport Economics, Oslo.
- Elvik, R. (2006B). Economic deregulation and transport safety: A synthesis of evidence from evaluation studies. *Accident Analysis and Prevention*, **38**, 678-686.
- Elvik, R. (2007). Er det mulig å halvere antall drepte eller hardt skadde i vegtrafikken innen 2020? Arbeidsdokument SM/1827/2007. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2007). Prospects for improving road safety in Norway. Report 897. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. (2009). The trade-off between efficiency and equity in road safety policy. *Safety Science*, **47**, 817-825.
- Elvik, R. (2010). The stability of long-term trends in the number of traffic fatalities in a sample of highly motorized countries. *Accident Analysis and Prevention*, **42**, 245-260.
- Elvik, R. (2010A). Utviklingen i oppdagelsesrisiko for trafikkforseelser. TØI-Rapport 1059/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2010B). Potensialet for å redusere antallet drepte og hardt skadde i trafikken ved å oppnå nærmere definerte tilstander for vegstandard, kjøretøy og trafikantatferd. Arbeidsdokument 2152/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Engelbreten, Ø. (1991). *Næringsvirksomheters arealbruk og trafikkskapning. Kunnskapsbehov og datamuligheter*. TØI-notat 0959. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Engelbreten, Ø., & Christiansen, P. (2011). *Bystruktur og transport. En studie av personreiser i byer og tettsteder*. TØI rapport 1178/2011. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Eriksen, K. S. & I. B. Hovi. (1995). *Transportmidlenes marginale kostnadsansvar*. TØI-notat 1019. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Eriksen, K. S., Markussen, T. E. & Pütz, K. (1999). *Marginale kostnader ved Transportvirksomhet*. Report 464/1999, Institute of Transport Economics, Oslo.
- Espedal, T. G. & I. Omland. (1982). *Trafiksikkerhet i arealplaner - en litteraturstudie*. Rapport S-2-1982. Rogalandforskning, Stavanger.
- Evans, L. & P. Wasielewski. (1982). Do accident-involved drivers exhibit riskier everyday driving? *Accident Analysis and Prevention*, **14**, 57-64.
- Evans, L. & P. Wasielewski. (1983). Risky driving related to driver and vehicle characteristics. *Accident Analysis and Prevention*, **15**, 121-136.
- Ewing, R., Pendall, R., & Chen, D. (2003). Measuring sprawl and its transportation impacts. *Transportation Research Record*, **1831**, 175-183.
- Ewing, R., Schieber, R. A., & Zegeer, C. V. (2003). Urban sprawl as a risk factor in motor vehicle occupant and pedestrian fatalities. *American Journal of Public Health*, **93**(9), 1541-1545.
- Færdselssikkerhedskommissionen. (2000). *Hver ulykke er én for meget. Trafiksikkerhed starter med dig. Mod nye mål 2001-2012*. Trafikministeriet, København.
- Falleth, E., Holsen, T. og Røe, P.G. (1997). *Utfyllendeplanbestemmelser*. NIBR-notat 1997:109. Oslo: Norsk institutt for by- og regionforskning.
- FHWA (2006). *FHWA Road Safety Audit Guidelines*. FHWA-SA-06-06, Federal Highway Administration, US Department of Transportation.
- Fiskaa, H. & N. Stabell. (1988). *Fysisk detaljplanlegging. Reguleringsplan og bebyggelsesplan*. Norsk institutt for by- og regionplanlegging, Trondheim.
- Fleury, D., Peytavin, J. F., Alam, T., & Brenac, T. (2010). Excess accident risk among residents of deprived areas. *Accident Analysis & Prevention*, **42**, 1653-1660.

- Forlaget Last og Buss AS. (1995). *Kjøretøyskriften*. Nr 1 1995. Forlaget Last og Buss AS, Oslo.
- Forsström, Å. (1982). *Commuting accidents. A study of commuting accidents and casualties in some Swedish regions during 1971*. Publications edited by the Departments of Geography, University of Gothenburg, Series B no 69. Göteborg.
- Fosli, O. (1995). *Transport, arealbruk og miljø. Ein studie av dei transportmessige verknadene av IDG Norges omlokalisering frå Hasle til Galleri Oslo*. Hovedoppgave i samfunnsgeografi. Universitetet i Oslo, Samfunnsvitenskapelig fakultet, Oslo.
- Fosser, S. & A. Ragnøy. (1991). *Teknisk stand på personbiler i trafikken 1990*. TØI-rapport 80. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. & P. Christensen. (1992). *Mopedtrimming og trafikkikkerbetet*. TØI-rapport 131. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1987). *Feil og mangler ved vogntog kontrollert på Solun utekontrollstasjon ved E-18 i Vestfold*. TØI-notat 825. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1988). *Kjøre- og hviletidsbestemmelseenes betydning for trafikkikkerbeten*. TØI-rapport 8. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fosser, S. (1995A). *Bilbeltebruk blant bilførere i februar 1995*. TØI-notat 994. oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S. (1995B). *Bilbelte- og hjelmbbruk fra 1973 til 1993*. TØI-notat 996. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Fosser, S.; Elvik, R. (1996). *Dødsrisiko i vegtrafikken og i andre aktiviteter*. TØI-notat 1038. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fraga, F (2010). *Vehicle Scrapping Schemes Impact on CO2, NOx and Safety*. ITF/OECD/JTRC(2010)20, Joint ITF/OECD Transport Research Committee, Paris
- Fridstrøm, L. & L. Rand. (1993). *Markedet for lange reiser i Norge*. TØI-rapport 220. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fridstrøm, L. & R. Elvik. (1995). *The barely revealed preference behind road investment priorities*. Working paper TST/685/95. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Fridstrøm, L. & S. Ingebrigtsen. (1991). An aggregate accident model based on pooled, regional time-series data. *Accident Analysis and Prevention*, **23**, 363-378.
- Fridstrøm, L. (1993). *Lommeboka, prisen eller reisetiden: Hva får oss til å velge transportmiddel på lengre reiser?* Foredrag ved Transportøkonomisk institutts 35-års-jubileum, 17.11.
- Fridstrøm, L. (1995). For mye asfalt? Skyt ikke på økonomene! *Samferdsel*, **1**, 1995, 12-14.
- Fridstrøm, L. (2010). Lite effektive vrakpantordninger, *Samferdsel*, nr. **10**, side 16-17.
- Fridstrøm, L., Ifver, J., Ingebrigtsen, S., Kulmala & Thomsen, L.K. (1995). Measuring the contribution of randomness, exposure, weather, and daylight to the variation in road accident counts. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 1-20.
- Fridstrøm, L. et al. (1993). *Explaining the variation in road accident counts*. Report Nord 1993:35. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Fridstrøm, L. et al. (1995). Measuring the contribution of randomness, exposure, weather, and daylight to the variation in road accident counts. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 1-20.
- Fridstrøm, L., F. Ramjerdi, P.C. Svae & H. Thune-Larsen. (1991). *Miljøavgifters virkning på samferdselen*. TØI-rapport 77. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Friedman, D. (1987). Law and economics. In: *The New Palgrave. A Dictionary of Economics*, Volume 3, K to P, 144-148. (Eaton, J.; Milgate, M.; Newman, P. eds): Macmillan, London.
- Frøyland, P. (1980). *Trafikkikkerbetsarbeidets organisering i NVP-II kommunene*. Ar-beidsdokument av 22.5.1980, prosjekt 4752. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Frumkin, H. (2002). Urban sprawl and public health. *Public Health Reports*, **117**, 201-217.
- Garber, N. J., & Lienau, T. K. (1996). *Traffic and highway geometric characteristics associated with pedestrian crashes in Virginia*. Report 96-R29. Virginia Transportation Research Council.
- Gharaibeh, N.G., Hicks, J.E., Hall, J.P. (1997). Analysis of accidents, traffic and pavement data. *Conference on Traffic Congestion and Traffic Safety in the 21st Century*. Chicago, Illinois.
- Gjerde, H., Normann, P. T., Pettersen, B. S., Assum, T. et al. (2008). Prevalence of alcohol and drugs among Norwegian motor vehicle drivers: A roadside survey. *Accident Analysis & Prevention*, **1765-1772**.
- Glad, A. (1985). *Omfanget av og variasjonen i promillekjøringen. Reviderte resultater fra en landsomfattende promilleundersøkelse i 1981-82* (Amount and variation of drink driving. Updated results from a national study of drink driving in 1981-82). TØI notat 740. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Glad, A. (1988). *Piggdekkstandard og ulykkesrisiko. Forslag til gjennomføring av en undersøkelse og resultater fra en forundersøkelse*. Arbeidsdokument TS/0049/88. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Goldstein, L. G. (1973). *Behavioral aspects of highway safety relevant to preparation of the beginning driver: a review of research*. The California Traffic Safety Task Force, California.
- Göteborgs Trafikkontor. (1995). *Säkrare spårväg i Göteborg*. Rapport 2:1995. Trafikkontoret, Göteborgs Stad.
- Graham, D. J., & Glaister, S. (2003). Spatial variation in road pedestrian casualties: the role of urban scale, density and land-use mix. *Urban Studies*, **40(8)**, 1591-1607.
- Graham, D., Glaister, S., & Anderson, R. (2005). The effects of area deprivation on the incidence of child and adult pedestrian casualties in England. *Accident Analysis & Prevention*, **37**, 125-135.
- Green, J., Muir, H., & Maher, M. (2011). Child pedestrian casualties and deprivation. *Accident Analysis & Prevention*, **43**, 714-723.
- Greibe, P. (2003). Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 273-285.
- Grøndahl Dreyer. (1995). *Vegtrafikklovgivningen*. Ajourført per 1. februar 1995. Grøndahl Dreyer, Oslo.

- Grue, B., Larsen, O. I., Rekdal, J. & Tretvik, T. (1997). *Køstkostnader og køprising i bytrafikk*. TØI-rapport 363. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Guldvog, B., A. Thorgersen & Ø. Ueland. (1992). *Ulykker, vold og selvpåført skade. Personskaderapport*. Rapport nr 1/92. Seksjon for forebyggende og helseandfremmende arbeid. Statens Institutt for Folkehelse, Oslo.
- Guyer, B. et al. (1989). Prevention of Childhood Injuries: Evaluation of the Statewide Childhood Injury Prevention Program (SCIPP). *American Journal of Public Health*, **79**, 1521-1527.
- Haakenaasen, B. (1980). *Korttidsvirkninger av omkjøringsvegen på Gol*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hadayeghi, A., Shalaby, A. S., Persaud, B. N., & Cheung, C. (2006). Temporal transferability and updating of zonal level accident prediction models. *Accident Analysis & Prevention*, **38**, 579-589.
- Hadi, M., Aruldas, J., Chow, L. & Wattleworth, J. (1995). Estimating safety effects of cross-section design for various highway types using negative binomial regression. *Transportation Research Record*, **1500**, 169-177.
- Hagen, K-E. & S. Ingebrigtsen. (1993). *Samfunnsøkonomiske kostnader og innsparingspotensiale ved fall- og trafikkulykker i Akershus*. TØI-rapport 199. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1991). *Skadedelen i det samfunnsmessige regnskapssystemet for trafikkulykker (SRT)*. Arbeidsdokument TST/0306/91. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1993). *Samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafiksikkerhetstiltak*. TØI-rapport 0182. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1994). *Rullering av samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafiksikkerhetstiltak (SRT) for 1992*. Arbeidsdokument TST/0570/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagen, K-E. (1995). *Analyse av kostnadsutviklingen i innenlandske godstransporter. Sammenlikning med nordiske land*. TØI-rapport 297. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagman, R., Gjerstad, K. I. & Amundsen, A. (2011). *NO₂ - utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer. Utfordringer og muligheter frem mot 2025*. TØI rapport 1168/2011, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hall, P. (1975). *Urban and Regional Planning*. Penguin Books, Harmondsworth, Middlesex.
- Hanna, C. L., Laflamme, L., & Bingham, R. (2011 in press). Fatal crash involvement of unlicensed young drivers: County level differences according to material deprivation and urbanicity in the United States. *Accident Analysis & Prevention*.
- Hansen, M. & Y. Huang. (1997). Road supply and traffic in California urban areas. *Transportation Research, Series A*, **31**, 205-218.
- Hanson, M. E. (1992). Automobile subsidies and land use: estimates and policy responses. *Journal of the American Planning Association*, **58(1)**, 60-71.
- Hanssen, J. U. (1993). *Transportmessige virkninger av næringsvirksomheters lokalisering*. TØI-rapport 215. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hanssen, J. U. (1993A). *Sammenhenger mellom arealbruk og transport på lokalt nivå. Sammenfatning av en litteraturstudie*. TØI-rapport 211. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hanssen, J. U. (1993B). *Transportmessige virkninger av næringsvirksomheters lokalisering*. TØI-rapport 215. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hanssen, J. U. (1995). Transportation impacts of office relocation. *Journal of Transport Geography*, **3**, 247-256.
- Harrington, D. M. (1972). The young driver follow-up study: an evaluation of the role of human factors in the first four years of driving. *Accident Analysis and Prevention*, **4**, 191-240.
- Harwood, D.W. (1995). Relationships between operational and safety considerations in geometric design improvements. *Transportation Research Board*, **1512**, 1-6.
- Hasse, J. (2002). *Is it sprawl or smart growth? A dozen geospatial indices of urban sprawl*. Department of Geography, Rowan University.
- Hauer, E. A. (1988). *Case for Science-Based Road Safety Design and Management*. Paper presented at "Highway-Safety: At the Crossroads", San Antonio, Texas, 1988. Proceedings published by the American Society of Civil Engineers.
- Hauer, E. (1993). Introduction. In: *The Traffic Safety Toolbox: A Primer on Traffic Safety*, 3-10. Institute of Transportation Engineers, Washington DC.
- Hauer, E., Council, F.M., Mohammedshah, Y. (2004). Safety models for urban four-lane undivided road segments. *Transportation Research Record*, **1897**, 96-105.
- Haugen, A-M. et al. (1991). *Bø prøvekommune for trafiksikkerhet på lokalplanet*. Rapport, Bø, Bø kommune og Statens vegvesen Telemark.
- Haynes, R., Lake, I.R., Kingham, S., Sabel, C.E., Pearce, J., Barnett, R. 2008. The influence of road curvature on fatal crashes in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 843-850.
- Herjaune, S. (2009). *Samarbeid om trafiksikkerhet. Jernbaneverket*, Oslo. URL: <http://www.jernbaneverket.no/no/Prosjekter/Prosjekter/Ferdige-prosjekter/Gevingsen-tunnel/Nyhetsarkiv/Samarbeid-om-trafiksikkerhet/>
- Hernes, G. (1975). *Makt og avmakt*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Hingson, R. et al. (1996). Reducing Alcohol-Impaired Driving in Massachusetts. The Saving Lives Program. *American Journal of Public Health*, **86**, 791-797.
- Hoff, S. A. (1996). Trygge lokalsamfunn som nasjonal strategi. I: *Et tryggere Norge - veien videre*, 19-21. (Lund, J. ed): Skadeforebyggende forums årskonferanse og årsmøte i Oslo, 24. april 1996. Skadeforebyggende forum, Oslo.
- Hoffmann, J. U. (1982). *Vegsystemet i boligområder. En vurdering av mulighetene for reduserte byggekostnader og konsekvensene av slike besparelser*. TØI-notat 619. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Holt, A. G. (1993). *Trafikksikkerhetsvurdering E6 øst*. Notat 794/93. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Holtzclaw, J., Clear, R., Dittmar, H., Goldstein, D., & Haas, P. (2002). Location efficiency: neighborhood and socio-economic characteristics determine auto ownership and use- studies in Chicago, Los Angeles and San Francisco. *Transportation Planning and Technology*, **25**, 1-27.
- Høye, A. (2011). Mange liv spart takket være sikrere biler, *Samferdsel*, nr. 6, side 6-7.
- Huang, H., Abdel-Aty, M., & Darwiche, A. L. (2010). County-level crash risk analysis in Florida. *Transportation Research Record*, **2148/2010** (27-37).
- Hvoslef, H. (1973). *Trafikksikkerheten i forbindelse med buss og trikk*. Notat. Oslo Veivesen, Oslo.
- Hvoslef, H. (1974). *Trafikksikkerhet i Oslo. Problemstilling, analyse og løsninger*. Oslo Veivesen, Oslo.
- Hvoslef, H. (1976). *Trafikkulykker med barn og eldre i Oslo*. TØI-notat 318. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hvoslef, H. (1980). *Trafikanterers skaderisiko i bytrafikk. En analyse av ulykker og reiseaktivitet i Haugesund*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hvoslef, H. (1984). *De nye gangfeltreglene ga kortvarig virkning*. Notat. Vegdirektoratet, Trafikksikkerhetskontoret, Oslo.
- Hvoslef, H. (1995). EEU-kurs "Trafikksikkerhet". NTH, 23-27 oktober og 20-24 november 1995. Vegdirektoratet, Oslo.
- Hvoslef, H. (1996). Trafikksikkerheten - kan den bli bedre? Hva skjer når trafikken øker? I Nordiska trafikksikkerhetsdagar. *TemaNord*, **511**, 73-84.
- Ivan, J.N., O'Mara, P.J. (1997). Prediction of traffic accident rates using Poisson regression. *Transportation Research Board 76th Annual Meeting*, Washington DC.
- Ivan, J.N., Wang, C. & Bernardo, N.R. (2000). Explaining two-lane highway crash rates using land use and hourly exposure. *Accident Analysis and Prevention*, **32**, 787-795.
- Jansson, J. O. (1994). Accident Externality Charges. *Journal of Transport Economics and Policy*, **28**, 31-43.
- Jensen-Bulter, C., Sloth, B., Larsen, M.M., Madsen, B. & Nielsen, O.A. (2008). *Road Pricing, the Economy and the Environment*. Springer Verlag.
- Jenssen, J. A. (1988). *Vegsystem og arealplanlegging*. Foredrag på NIF-kurs om Ny Vegnormal 28. september 1988. Norske Sivilingeniørers Forening, Oslo.
- Johnston, B. D. (2011). Injury prevention in Safe Communities. *Injury Prevention*, **17**, 1-2.
- Jones, A. P., Haynes, R., Harvey, I. M., & Jewell, T. (2011 in press). Road traffic crashes and the protective effect of road curvature over small areas. *Health & Place*.
- Jones, A. P., Haynes, R., Kennedy, V., Harvey, I. M., Jewell, T., & Lea, D. (2008). Geographical variations in mortality and morbidity from road traffic accidents in England and Wales. *Health & Place*, **14**, 519-535.
- Jones, P. & A. Hervik. (1992). Restraining car traffic in European cities: An emerging role for road pricing. *Transportation Research, Series A*, **26**, 133-145.
- Jørgensen, N. O. & P. K. Nilsson. (1995). *Trafikksikkerhedsrevisionsprojektet. Evaluering*. Det eksterne panels rapport. Rapport nr 33. Vejdirektoratet, København.
- Jørgensen, N. O. (1988). *Trafikrisiko i nærtrafikk*. Notat 88-4. Institut for veje, trafik og byplan. Danmarks Tekniske Højskole, København.
- Killi, M. & A. K. Ryntveit. (1996). *Fakta om fordeling av riksevegmidler*. Arbeidsdokument TØ/0933/96. Revidert. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Kim, K., & Yamashita, E. (2002). Motor vehicle crashes and land use. *Transportation Research Record*, **1784**, 73-79.
- Kim, K., Brunner, I. M., & Yamashita, E. Y. (2006). The influence of land use, population, employment and economic activity on Accidents. *Transportation Research Record*, **1953**, 56-64.
- Kleven, T. (2011). *Plan og bygningsloven, Tiltakskatalog.no – Transport, miljø og klima*, Transportøkonomisk institutt (red). Oslo, online tilgjengelig på <http://www.tiltakskatalog.no/a-4-1.htm> (sett desember 2011).
- Knudsen, T. & Bang, B. (2007). *Miljømessige konsekvenser av bedre veier*, SINTEF Teknologi og Samfunn. Rapport STF50 A07034.
- Knuiman, M., Council, F. & Reinfurt, D. (1993). The effects of median width on highway accident rates. *Transportation Research Record*, **1401**, 70-80.
- Köhler, U. & R. Schwamb. (1993). *Erweiterung und Verifizierung des Modells zur Abschätzung des Unfallgeschehens und der Unfallkosten auf Innerörtlichen Netzelementen*. Schlussbericht. Forschungsbericht FE-Nr 70186/88. Frankfurt am Main, Ingenieursozietät BGS.
- Köhler, U. (1990). *Analysis of safety regarding public and individual transport*. Paper presented at the conference "Road safety and traffic environment in Europe", September 26-28 Gothenburg, Sweden.
- Kolbenstvedt, M. & A. Strand. (1986). *Atkomstveger i boligområder. Bilfrihet eller blandingstrafikk?* Barn og Bomiljø rapport 36. Norsk institutt for by- og regionforskning og Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Kolbenstvedt, M. et al. (1989). *Korttidsvirkninger av Vålerenga-tunnelen i noen gatestrøkninger i Vålerenga/Gamlebyen*. TØI-notat 0907. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Kolbenstvedt, M., Aas, H., Amundsen, A. & Sørensen, M. (red.) (2011). *Tiltakskatalog.no – Transport, miljø og klima*, www.tiltakskatalog.no, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Kolbenstvedt, M., Elvik, R., Elvebakk, B., Hervik, A. & Braein, L. (2007). *Effekter av den svenske trafikksikkerhetsforskningen 1971-2004*. Rapport VA 2007:07, Vinnova Analys.
- Kolbenstvedt, M., H. Silborn & T. Solheim (ed) (1996). *Miljøhåndboken. Del 1*. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Kolbenstvedt, M.; Strand, A. (1988A). *Kunnskap om og synspunkter på lokalt trafikk-sikkerhetsarbeid i Østfold*. TØI-notat 0864/1988. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Kolbenstvedt, M.; Strand, A. (1988B). *Trafikksikkerhetsarbeid i Østfold-kommunene. Re-sultater fra en spørreundersøkelse blant politikere og administrative ledere på kommunenivå*. NIBR-rapport 1988:14. Norsk Institutt for By- og Regionforskning, Oslo.
- Køltzow, K. (1990). *Beslutningstakere, holdningsendring og trafikkulykkene*. TØI-rapport 53. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Køltzow, K. (1993). Road safety rhetorics versus road safety politics. *Accident Analysis and Prevention*, **25**, 647-657.
- Krenk, F. (1985). *Metoder og resultater i den koordinerede ubeldsstatistik 1978-82*. Rapport 27. Vejdatalaboratoriet, Herlev.
- Kristiansen, K. S. & K. Østmoe. (1978). *Bompengfinansiering ved alternative vegvalg*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Ladron de Guevara, F., Washington, S. P., & Oh, J. (2004). Forecasting crashes at the planning level: simultaneous negative binomial crash model applied in Tucson, Arizona. *Transportation Research Record*, **1897**, 191–199.
- Langley, J. & Simpson, J. (2012). Injury surveillance: unrealistic expectations of safe communities. *Injury Prevention*, **15**, 146-149.
- Langmyhr, T. (1992). *Fører vegbygging til økt biltrafikk?* Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk. SINTEF notat 759/92.
- Larsen, O. I & H. Minken. (1995). *Kriterier for optimal transportpolitikk i byer*. Arbeidsdokument TRU/0479/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Larsen, O. I & J. Rekdal. (1996). *Køprising i et miljøperspektiv. En simulering av tidsdifferensierte bompenger i Oslo*. TØI-rapport 324. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Larsen, O. I. (1987). *Bompengeringen i Bergen. Erfaringer og virkninger på trafikken*. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Larsen, O. I. (1991). *Samfunnsøkonomiske kalkyler for transportstrategier. Veiledningsgruppen for transportplanarbeidet i de 10 største byområdene*. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Larsen, O. I. (1993). *Samfunnsnytte av tilskudd til kollektivtrafikk*. TØI-rapport 208. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Larsen, S. L. & I. L. Saglie. (1995). *Tettstedsareal i Norge*. NIBR-rapport 1995:3. Norsk institutt for by- og regionforskning, Oslo.
- Larsen, O.I. & Østmoe, K. (2001). The Experience of Urban Toll Cordons in Norway. Lessons for the Future. *Journal of Transport Economics and Policy*, **35** (3), side 457-471.
- LaScala, E. A., Gerber, D., & Gruenewald, P. J. (2000). Demographic and environmental correlates of pedestrian injury collisions: a spatial analysis. *Accident Analysis & Prevention*, **32**, 651-658.
- Lee, C., & Abdel-Aty, M. (2005). Comprehensive analysis of vehicle–pedestrian crashes at intersections in Florida. *Accident Analysis & Prevention*, **37**, 775-786.
- Leite, M. E. (1997). *Bruk av bilbelter og barneseter blant baksetepassasjerer. Fra februar 1985 til september 1996*. Rapport TTS 5, 1997. Vegdirektoratet, Transport og trafikksikkerhetsavdelingen, Transportanalysekontoret, Oslo.
- Lervåg, H. (1985). *Arealbruk og transport*. NIBR-notat 1985:14. Norsk institutt for by- og regionplanlegging, Trondheim.
- Lie, T. & R. Muskaug. (1982). *Valg av reise måte påvirker trafikksikkerheten*. TØI-notat 611. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Lindberg, G. (1994). *Traffic Charges. The Swedish experience of getting prices right*. Centre for Research on Transport and Society, Borlänge.
- Lindquist, K., Timpka, T. & Schelp, L. (2001). Evaluation of inter-organizational injury prevention in a WHO safe community. *Accident Analysis and Prevention*, **33**, 599-607.
- Lindquist, K., Timpka, T., Schelp, L. & Risto, O. (2002). Evaluation of a child safety program based on the WHO Safe community model. *Injury Prevention*, **8**, 23-26.
- Litman, T. (2002). *Evaluating transportation land use impacts*. Virginia, Canada: Victoria Transport Policy Institute.
- Loder, B. N. & L. J. Bayly (1973). *A review of town planning in relation to road safety*. Report Nr 17 by the Expert Group on Road Safety. Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia.
- Lord, D., Guikema, S.D., Geedipally, S.R. (2008). Application of the Conway–Maxwell–Poisson generalized linear model for analyzing motor vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, **40**, 1123-1134.
- Lord, D., Washington, S.P., Ivan, J.N. (2005). Poisson, Poisson-gamma and zero-inflated regression models of motor vehicle crashes: balancing statistical fit and theory. *Accident Analysis and Prevention*, **37**, 35–46.
- Loukaitou-Sideris, A., Liggett, R., & Sung, H.-G. (2007). Death on the crosswalk: a study of pedestrian-automobile collisions in Los Angeles. *Journal of Planning Education and Research*, **26**(3), 338-351.
- Lovdata (2011). *Vegtrafikkloven*, Samferdselsdepartementet, www.lovdata.no/all/nl-19650618-004.html (sett februar 2010).
- Lovegrove, G., & Sayed, T. (2006). Macro-level collision prediction models for evaluating neighbourhood traffic safety. *Canadian Journal of Civil Engineering*, **33**(5), 609-621.
- Lutschounig, S., Nadler, H. & Mocsari, T. (2005). *Description of the current practice of RSI*. Report D5.1, Ripcord-Iserest.
- Macaulay, J. & Mcinerney, R. (2002). *Evaluation of the proposed action emanating from road safety audits*. Australian Road Research Board, Austroads, Sydney.
- MacNab, Y. C. (2004). Bayesian spatial and ecological models for small-area accident and injury analysis. *Accident Analysis & Prevention*, **36**, 1019-1028.
- Marks, H. (1957). *Subdividing for traffic safety*. Traffic Quarterly Institute of Transportation Engineers, July, 308-325.
- Marshall, W. E., & Garrick, N. W. (2011). Does street network design affect traffic safety? *Accident Analysis & Prevention*, **43**, 769-781.

- Masten, S.V. & Peck, R.C. (2004). Problem driver remediation: A meta-analysis of the driver improvement literature. *Journal of Safety Research*, **35**, 403-425.
- Matena, S., Löhe, U. & Vaneerdewegh, P. (2005). *Road Safety Audit – Current Practice*. Report D4.1, Ripcord-Iserest.
- Matena, S., Weber, R., Huber, C. et al. (2007). *Road Safety Audit – Best Practice Guidelines, Qualification for Auditors and Programming*. Report D4, Ripcord-Iserest.
- Mayeres, I.; Ochelen, S.; Proost, S. (1996). Marginal external costs of urban transport. *Transportation Research, Series D*, **1**, 111-130.
- Meland, S. (1994). *RVU Trondheim 1992. Evaluering av bomringen i Trondheim*. Rapport STF63 A94006. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Meland, S. (1996). Bompenger og vegprising. In: *Miljøhåndboken*, Del 1, 116-129. (Kolbenstvedt, M., H. Silborn & T. Solheim eds): Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Menon, A. P. G., Lam, S. H. & Fan, H. S. L. (1993). Singapore's Road Pricing System: Its Past, Present and Future. *ITE Journal* **63** (12), 44-48.
- Miaou, S.-P. (1994). The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson versus negative binomial regressions. *Accident Analysis and Prevention*, **26**, 471-482.
- Miljøverndepartementet & Samferdselsdepartementet (1994). *Retningslinjer for planlegging av riks- og fylkesveger etter plan- og bygningsloven*. T-1057. Miljøverndepartementet og Samferdselsdepartementet Oslo.
- Miljøverndepartementet (2001). *Bedrekommunalog regional planlegging etter plan- og bygningsloven* NOU 2001: 7. Miljøverndepartementet, Oslo
- Miljøverndepartementet (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling* (plan- og bygningsloven), LOV-2008-06-27-71, 27. juni 2008, online tilgjengelig på <http://www.lovdatab.no/all/nl-20080627-071.html> (sett desember 2011).
- Miljøverndepartementet (2009). *Planlegging etter Plan- og bygningsloven*, Publikasjon: T-1476, online tilgjengelig på www.regjeringen.no/upload/MD/Vedlegg/Veiledninger%20og%20brosjyrer/T-1476.pdf.
- Miljøverndepartementet (2011A). *Veiledning om plan- og bygningsloven og foreskrifter*. Online tilgjengelig på www.regjeringen.no/nb/dep/md/tema/planlegging_plan-_og_bygningsloven/planveiledere.html?id=534064.
- Miljøverndepartementet (2011B). *Kommunal planlegging*. Online tilgjengelig på www.regjeringen.no/nb/dep/md/tema/planlegging_plan-_og_bygningsloven/kommuneplanlegging.html?id=1236.
- Miljøverndepartementet. (1993). *Rikspolitiskeretningslinjer for samordnet areal- og transportplanlegging*. Rundskriv T-5/93. Miljøverndepartementet, Oslo
- Milton, J. & Mannering, F. (1996). *The relationship among highway geometries, traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies*. Report WA-RD 403.1. Washington State Department of Transport.
- Milton, J. & Mannering, F. (1998). The relationship among highway geometries, traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies. *Transportation*, **25**, 395-413.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007). Making a start on price per kilometre.
- Ministry of transport, public works and water management. (1996). *Long-range programme for road safety. Putting policy into practice*. Dutch ministry of transport, public works and water management, The Hague.
- Miranda-Moreno, L. F., Morency, P., & El-Geneidy, A. M. (2011 in press). The link between built environment, pedestrian activity and pedestrian-vehicle collision occurrence at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, in press.
- Mogridge, M. J. H. (1996). *Will increased urban road capacity reduce congestion? A review of theories, disputes and available evidence*. NIBR Working Paper 1996:117. Norwegian Institute for Urban and Regional Research, Oslo.
- Moses, L. N. & Savage, I. (1989). Introduction. In Moses, L. N.; Savage, I. (Eds): *Transportation Safety in an Age of Deregulation*, 3-7. Oxford University Press, New York.
- Moudon, A. V., Lin, L., Jiao, J., Hurvitz, P., & Reeves, P. (2011). The risk of pedestrian injury and fatality in collisions with motor vehicles, a social ecological study of state routes and city streets in King County, Washington. *Accident Analysis & Prevention*, **43**, 11-24.
- Næss, P. (1996). Miljømessig effektiv lokalisering av arbeidsplasser og boliger. In: *Miljøhåndboken*, Del 1, 95-106. (Kolbenstvedt, M., H. Silborn & T. Solheim, T. eds) Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Newbery, D. (1990). Pricing and congestion: Economic principles relevant to pricing roads. *Oxford Review of Economic Policy*, **6**, 2, 22-38.
- Newman, P. W. G. & J. R. Kenworthy. (1989). *Cities and Automobile Dependence: A Sourcebook*. Avebury Technical, Aldershot.
- Nielsen, G. (1992). *Veg, buss eller bane? Virkninger av transportinvesteringer i større byer*. Oslo, Nordisk vegteknisk forbund. Rapport nr. 15:1992.
- Nilsen, P. (2004). What makes community based injury prevention work? In search of evidence of effectiveness. *Injury Prevention*, **10**, 268-274.
- Nilsen, P., Ekman, R., Ekman, D. S., Ryen, L. & Lindquist, K. (2007). Effectiveness of community-based injury prevention long-term injury rate levels, changes, and trends for 14 Swedish WHO-designated Safe Communities. *Accident Analysis and Prevention*, **39**, 267-273.
- Noland, R. B., & Oh, L. (2004). The effect of infrastructure and demographic change on traffic-related fatalities and crashes: a case study of Illinois county-level data. *Accident Analysis & Prevention*, **36**, 525-532.
- Noland, R. B., & Quddus, M. A. (2004). A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis & Prevention*, **36**, 973-984.

- Noland, R. B., & Quddus, M. A. (2005). Congestion and safety: A spatial analysis of London. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **39**(7-9), 737-754.
- Norges Offentlige Utredninger (NOU) (1993). NOU 1993:23 *Nytt overordnet sryringsssystem for Statens vegvesen*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Norges Offentlige Utredninger (NOU) (2009). NOU 2009:3 *På sikker veg. Vurdering av eit sjølvstendig organ for tilsyn med veginfrastrukturen*. Departementenes servicesenter, Oslo.
- Norges Offentlige Utredninger. (1975). NOU 1975:42. *Motorvognavgiftene*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Nyborg, K. & I. Spangen. (1996A). *Politiske beslutninger om investeringer i veger. Intervjuer med medlemmer i Stortingets samferdselskomité*. TØI-notat 1026. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Nyborg, K. & I. Spangen. (1996B). Politiske beslutninger om veiinvesteringer. *Økonomiske analyser*, **3**, 1996, 3-9.
- Obeng, K. (2007). Some determinants of possible injuries in crashes at signalized intersections. *Journal of Safety Research*, **38**, 103-112.
- Odeck, J. (1991). Om nytte-kostnadsanalysens plass i beslutningsprosessen i vegsektoren. *Sosialøkonomen*, **3**, 1991, 10-15.
- Odeck, J. (1996). Ranking of regional road investment in Norway. Does socioeconomic analysis matter? *Transportation*, **23**, 123-140.
- Odeck, J., Grue, B., Hamre, T., & Rekdal, J. (2004). *From cordon toll to congestion pricing in Oslo - What are the benefits?* I O. Díaz, G. Palomas and C. Jamet (Eds.): "Urban Transportation and Environment" (A.A. Balkema, Rotterdam, 2004).
- OECD - Road Research Group. (1979). *Traffic Safety in Residential Areas*. OECD, Paris.
- OECD Scientific Expert Group. (1994). *Targeted Road Safety Programmes*. OECD, Paris.
- OECD Scientific Expert Group (2002). *Safety on roads. What's the Vision?* Paris, OECD.
- OECD. Joint OECD/ECMT transport research centre. (2005). *Working group on achieving ambitious road safety targets*. Questionnaire on road safety funding and resource allocation. Response from Norway. November 2005.
- Olsen, Silvia; M. Kolbenstvedt & I. A. Ravlum (2006). *Organisering av trafiksikkerhetsarbeidet i Statens vegvesens fem regioner*. TØI-rapport 831. Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Opplysningsrådet for veitrafikken. (1996). *Bil- og Veistatistikk 1996. Publikasjon 1000-96*. Opplysningsrådet for veitrafikken, Oslo.
- Opplysningsrådet for veitrafikken (2010). *Bil- og Vei statistikk 2010. Publikasjon 1000-2010*. Opplysningsrådet for veitrafikken (OFV), Oslo.
- Ørjasæter, J. & J. R. Bang. (1993). *Utslipp med og uten kjørelys*. Rapport. Teknologisk institutt, Avdeling for kjøretøytteknikk, Oslo.
- Ossenbruggen, P. J., Pendharkar, J., & Ivan, J. (2001). Roadway safety in rural and small urbanized areas. *Accident Analysis & Prevention*, **33**, 485-498.
- Ozanne-Smith, J., Day, L., Stathakis, V. & Sherrard, J. (2002). Controlled evaluation of a community based injury prevention program in Australia. *Injury Prevention*, **8**, 18-22.
- Pappi, F. & Henning, C. (1998). Policy Networks: More than a metaphor? *Journal of Theoretical Politics*, **10**, 553-575.
- Peck, R. C., R. S. McBride & R. S. Coppin S. (1971). The distribution and prediction of driver accident frequencies. *Accident Analysis and Prevention*, **2**, 243-299.
- Polak, J. & S. Meland. (1994). An assessment of the effects of the Trondheim toll ring on travel behaviour and the environment. In: *Towards an Intelligent Transport System. Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems*, 994-1001. Edited by ERTICO. Artech House, London.
- Politiet. (2010). *Grenseløst samarbeid*. URL: https://www.politi.no/utrykningspolitiet/trafiksikkerhet/Tema_775.xml
- Pope, F. (1993). *Verkeersrisico's in Nederland*. 1. *De cijfers*. SWOV rapport R-93-57. 2. Verantwoording. SWOV rapport R-93-58. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.
- Pulugurtha, S. S., & Repaka, S. R. (2008). Assessment of models to measure pedestrian activity at signalized intersections. *Transportation Research Record*, **2073**, 39-48.
- Quddus, M. A. (2008). Modelling area-wide count outcomes with spatial correlation and heterogeneity: An analysis of London crash data. *Accident Analysis & Prevention*, **40**, 1486-1497.
- Ramjerdi, F. (1995). *Road Pricing and Toll Financing with Examples from Oslo and Stockholm*. Doctoral Thesis. Institute of Transport Economics and Royal Institute of Technology, Oslo and Stockholm.
- Richards, M.G. (2006). *Congestion Charging in London: The Policy And The Politics*. Palgrave.
- Rideng, A. & Vågane, L. (2008). *Transportytelser i Norge 1946-2007*. Rapport 979. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Rideng, A. (1996). *Transportytelser i Norge 1946-1995*. TØI-rapport 331. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Rifaat, S. M., & Tay, R. (2010). Effect of street pattern on road safety: are policy recommendations sensitive to different aggregations of crashes by severity? In: *Transportation Research Board 89th Annual Meeting*, Washington, D.C.
- Rifaat, S. M., Tay, R., & de Barros, A. (2011A). Effect of street pattern on the severity of crashes involving vulnerable road users. *Accident Analysis & Prevention*, **43**, 276-283.
- Rifaat, S. M., Tay, R., & de Barros, A. (2011B). Severity of motorcycle crashes in Calgary. *Accident Analysis & Prevention*, in press.
- Risser, R., C. Michalik & A. Stratil. (1987). *Aktion "Minus 10 Prozent" in Österreich. Eine dokumentation der Startphase*. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bereich Unfallforschung, 159. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.

- Roadtraffic-technology (2009). LKW-MAUT *Electronic Toll Collection System for Heavy Goods Vehicles*, Germany, <http://www.roadtraffic-technology.com/projects/lkw-maut/>
- Rosebud (2003). *Screening of efficiency assessment experiences – report state of the art*. Report D2, WP1, Rosebud (Road Safety and Environmental Benefit-Cost and Cost-effectiveness Analysis for use in Decision making.
- Rtt (2009). *LKW-MAUT Electronic Toll Collection System for Heavy Goods Vehicles*. Germany, www.roadtraffic-technology.com.
- Runyan, C. W. & J. A. Earp. (1985). Epidemiological Evidence and Motor Vehicle Policy Making. *American Journal of Public Health*, **75**, 354-357.
- SACTRA (1994). *Trunk roads and the generation of traffic*. London, Department of Transport.
- Sælensminde, K. (2004). Cost-benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **38**, 593-606.
- Sagberg, F. & Elvik, R. (1994). *Sporvogners ubellsrisiko*. Rapport fra et forprosjekt. Arbeidsdokument TST/0571/94. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sagberg, F. & Elvik R. (1995). *Ulykkesrisiko for reisende med ulike transportmidler*. Arbeidsdokument TST/0676/95. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sagberg, F., & Sætermo, I.-A. (1997). *Trafikksikkerhet for sporvogn i Oslo*. TØI-rapport 367. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Saizen, I., Mizuno, K., & Kobayashi, S. (2006). Effects of land-use master plans in the metropolitan fringe of Japan. *Landscape and Urban Planning*, **78**, 411-421.
- Sakshaug, K. (1986). *Fartsgrenseundersøkelsen -85. Detaljerte resultater fra fartsdelen og ulykkesdelen*. Notat 535/86 og 536/86. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Sakshaug, K.; Brokhaug, I. K. (1988). *Handlingsprogram for trafikksikkerhet i Møre- og Romsdal. Erfaringer med søkekonferanse som planleggingsmetode*. Rapport STF63 A88001. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Sakshaug, K.; Dimmen, H. P. (1997). *Automatisk rødlyskontroll. Effekt på kjøring mot rødt lys*. Rapport STF A96616. SINTEF Bygg- og miljøteknikk, Samferdsel, Trondheim.
- Sakshaug, K. (2000). *Overhøydensinnvirkning på ulykkesfrekvenskurver*. SINTEF Rapport STF22 A00562. Trondheim: SINTEF.
- Sakshaug, K. (2000). Sammenheng mellom ulykkesfrekvens, ulykkeskostnad og veggeometri utenfor tettbygd strøk (Relationship between crash frequency, crash cost and road geometry in rural areas). Report STF22 A00555. Trondheim, SINTEF Bygg og miljøteknikk.
- Samferdselsdepartementet. (1976). *Stortingsmelding 76, 1975-76*. Om organisering av trafikksikkerhetsarbeidet m m. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Samferdselsdepartementet. *Stortingsmelding nr 14, 1980-81*. Om trafikksikkerhetsarbeidet m m. (1980). Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Samferdselsdepartementet. (1986). *Stortingsmelding nr 18, 1986-87*. Om trafikksikkerhet og trafikkopplæring. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Samferdselsdepartementet. (1996). *Prinsippskisse for samarbeidsformer i og organisering av det sentrale trafikksikkerhetsarbeidet i årene framover*. Upublisert notat mars 1996. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Samferdselsdepartementet. (1996). *Stortingsmelding 32, 1995-96*. Om grunnlaget for samferdselspolitikken. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Samferdselsdepartementet. (1997). *Stortingsmelding 37, 1996-97*. Norsk veg- og vegtrafikkplan 1998-2007. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Samferdselsdepartementet (2000). *Strategiplan for trafikksikkerhet på veg 2002-2011*. Supplement til Nasjonaltransportplan. Oslo, Statens forvaltningstjeneste.
- Samferdselsdepartementet. (2007). *Norsk-litauisk samarbeid skal bedre trafikksikkerheten i Litauen*. Pressemelding. Samferdselsdepartementet, Oslo. URL: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/sd/presesenter/pressemeldinger/2007/norsk-litauisk-samarbeid-skal-bedre-traf.html?id=444842>
- Samferdselsdepartementet (2009). *Nasjonal transportplan 2010–2019*, St.meld. nr. 16 (2008–2009), mars 2009, www.ntp.dep.no.
- Samferdselsdepartementet. (2010). *Proposisjon til Stortinget* (forslag til stortingsvedtak). For budsjettåret 2011. Samferdselsdepartementet, Oslo.
- Samstad, H., Killi, M. & Hagman, R. (2005). *Nyttekostnadsanalyse i transportsektoren: parametre, enbetskostnader og indekser*. Rapport 797. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sandelen, B. (1992). Økt vegkapasitet = økt trafikk? TØI-rapport 119. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Sawalha, Z. & Sayed, T. (2001). Evaluating safety of urban arterial roadways. *Journal of Transportation Engineering*, **127**, 151-158.
- Schelp, L. (1987). *Epidemiology as a Basis for Evaluation of a Community Intervention Programme on Accidents*. Academic Thesis. Sundbyberg, Karolinska Institute, Department of Social Medicine, Kronan Health Centre, Sweden.
- Shankar, V. N., Ulfarsson, G. F., Pendyala, R. M., & Nebergall, M. B. (2003). Modeling crashes involving pedestrians and motorized traffic. *Safety Science*, **41**, 627-640.
- Shankar, V.N., Chayanan, C., Sittikariya, S. et al. (2004). Marginal impacts of design, traffic, weather, and related interactions on roadside crashes. *Transportation Research Record*, **1897**, 156-163.
- Siddiqui, C., Abdel-Aty, M., & Choi, K. (2011). Macroscopic spatial analysis of pedestrian and bicycle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, in press 2011.
- Skadebyggende forum (2011). *Forebygging. Trygge lokalsamfunn 2011-2012*. Livskvalitet, livsløp, livsmiljø. Brosjyre. Oslo, Ska-deforebyggende forum.

- Skadeforebyggende forum (2012). Trygge lokalsamfunn. URL: <http://www.skafor.org/no/hoved/trygge-lokalsamfunn/> (10.02.2012).
- Skadeforebyggende forum. (2012). Lokale samarbeidsprosjekt i regi av Trygge lokalsamfunn. Hentet 21.12.12 URL: <http://www.tryggelokalsamfunn.no/PageFiles/26070/Lokale%20samarbeidsprosjekt%20-%20presentert%20p%3%a5%20Nettverkssamling%208%20-9%20%20mars%202012.pdf>
- Slovic, P., B. Fischhoff & S. Lichtenstein. (1978). Accident probabilities and seat belt usage: a psychological perspective. *Accident Analysis and Prevention*, **10**, 281-285.
- Smeby, T. (1992). Erfaringer fra Norge. Ulykkesfrekvenser på 3-felts veger i Akershus. Beregninger basert på politiregistrerte personskadeulykker. *Via Nordica, Dokument*, 255-257. Nordiska Vägtekniska Förbundets XVI kongress, 9.-11.6. Tammerfors, Finland.
- Smiley, A., Persaud, B., Hauer, E. & Duncan, D. (1989). Accidents, Convictions, and Demerit Points: An Ontario Driver Records Study. *Transportation Research Record*, **1238**, 53-64.
- Solheim, T. (1992). *Bompengeringen i Oslo. Effekter på trafikk og folks reisevaner. Sluttrapport fra før-/etterundersøkelsen*. Pro-sam-rapport 8. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Solheim, T., F. Hammer & K. W. Johansen. (1994). *Kollektivt og forurensende? Miljøeffekter av å forbedre kollektivtilbudet i norske byer*. TØI-rapport 245. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Spinks, A., Turner, C., Nixon, J. & McClure, R. T. (2005). The "WHO Safe Communities" model for prevention of injury in whole populations (Review). The Cochrane Database of Systematic Reviews, **issue 2**.
- Statens forurensningstilsyn. (1993). *Utslipp fra veitrafikken i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater*. SFT-rapport 93:12. Statens Forurensningstilsyn, Oslo.
- Stangeby, I. (1994). *Holdninger til bil og kollektivtransport. En intervjuundersøkelse blant befolkningen og politikere i Oslo*. TØI-rapport 288. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Stangeby, I. & B. Norheim. (1995). *Fakta om kollektivtransport. Erfaringer og løsninger for byområder*. TØI-rapport 307. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet (1988). Årsberetning 1987. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens forurensningstilsyn. (1993). *Utslipp fra veitrafikken i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater*. SFT-rapport 93:12. Statens Forurensningstilsyn, Oslo.
- Statens vegvesen Akershus. (1993). Oppsummering av arbeidet med utbedring av trafikkfarlige punkter i Akershus 1987-1993. Statens vegvesen Akershus, Planavdelingen, Trafikksikkerhetsseksjonen, Oslo.
- Statens vegvesen. (1994). *Vegdata. Driftsregnskap - driftsstatistikk 1993. Håndbok 056. (Norwegian Public Roads Administration handbook 056)* Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet (1995). *Utredning om fartsgrenser utenfor tettbygd strøk*. PAN 7015. Vegdirektoratet, Plan- og anleggsavdelingen, Oslo.
- Statens vegvesen Sør-Trøndelag. (1996). *E6 Omkjøringsvegen. Et prosjekt i Trondheimpakken*. Brosjyre utgitt i 1996. Statens vegvesen Sør-Trøndelag, Trondheim.
- Statens vegvesen (1997). *Takstretningslinjer for bompengeprojekter på offentlig veg* Bompengeprojekter, Retningslinjer, Håndbok 199, http://www.vegvesen.no/_attachment/61475/binary/14182
- Statens vegvesen (2000). *Oversiktsplanlegging, Håndbok 054, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2001). *Bompengeprojekter, veiledning, Håndbok 102*, http://www.vegvesen.no/_attachment/61429/binary/14136.
- Statens vegvesen (2001A). *Vegoppmerking, Håndbok 049, vegnormal*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2001B). *Kreativitet i veg- og transportplanlegging, Håndbok 229, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2003). *Bomstasjoner, veiledning, Håndbok 240*, http://www.vegvesen.no/_attachment/112162/binary/199095.
- Statens vegvesen (2003). *Sykkelhåndboka, Håndbok 233, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2005). *Trafikksikkerhetsrevisjon og inspeksjoner, Håndbok 222, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens Vegvesen. (2005). *Håndbok 222 Trafikksikkerhetsrevisjoner og -inspeksjoner*. http://www.vegvesen.no/_attachment/61482/binary/14189.
- Statens vegvesen (2006A). *Konsekvensanalyser, Håndbok 140, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2006B). *Fartsendepende tiltak, Håndbok 072, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2007A). *Trafikksignalanlegg, Håndbok 048, vegnormal*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2007B). *Gangfeltkriterier, Håndbok 270, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens Vegvesen (2008). *Håndbok 017 Veg- og gateutforming*. <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

- Statens vegvesen (2008A). *Veg- og gateutforming, Håndbok 017, vegnormal*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2008B). *Geometrisk utforming av veg- og gatekryss, Håndbok 263, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2008C). *Linjeføringsteori, Håndbok 265, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2009). *Tilstandsundersøkelser 2008*. Rapport TS2009:2.
- Statens vegvesen (2009A). *Trafikkskilt, Håndbok 050, vegnormal*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2009B). *Tilrettelegging for kollektivtransport på veg, Håndbok 232, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2010). *Forskrift til vegtrafikkloven §7a om kjøprising*. Høringsnotat, juli 2010.
- Statens vegvesen (2010). *Tilstandsundersøkelse kap 1/2010*. Notat fra 3. mai 2010, Trafikksikkerhetsseksjonen.
- Statens vegvesen (2010). *Vegtunneler, Håndbok 021, vegnormal*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen, Politiet, Helsedirektoratet, Utdanningsdirektoratet, Trygg Trafikk (2011). Nasjonal tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg. Oslo.
- Statens vegvesen (2011A). *Planlegging*, Statens vegvesen, Oslo, <http://www.vegvesen.no/Fag/Veg+og+gate/Planlegging> (sett desember 2011).
- Statens vegvesen (2011B). *Stamnettutredning – Riksvegnettet*, Statens vegvesen Vegdirektoratet, VD rapport nr. 14, april, Oslo, online tilgjengelig på http://www.vegvesen.no/Fag/Veg+og+gate/Planlegging/Planfasen/Stamvegutredninger/_attachment/210949?_ts=12f34ef3a80.
- Statens vegvesen (2011C). *Prosjektering og bygging*, Statens vegvesen, Oslo, www.vegvesen.no/Fag/Veg+og+gate/Prosjektering+og+bygging (sett desember 2011).
- Statens vegvesen (2011D). *Vegbygging, Håndbok 018, vegnormal*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2011E). *Trafikksikkerhetsutstyr, Håndbok 062, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statens vegvesen (2011F). *Universell utforming av veier og gater, Håndbok 278, veiledning*, Statens vegvesen, Oslo, online tilgjengelig på www.vegvesen.no.
- Statistisk sentralbyrå (1993). *Statistisk Årbok 1993*. NOS C 85. Oslo-Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå (1993). *Statistisk Årbok 1993*. NOS C 85. Oslo-Kongsvinger.
- Statistisk sentralbyrå (2012). *Veitranportstatistikk*, www.ssb.no.
- Statskonsult (1988). *Områdegjennomgang av trafikksikkerhetsforvaltningen*. Rapport 1988:9. Statskonsult, Direktoratet for forvaltningsutvikling, Oslo.
- Stefan, C. (2006). *Predictive model of injury accidents on Austrian motorways*. Wien: KfV, Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Stefan, C. (2006). *Section Control - Automatic Speed Enforcement in the Kaisermühlen Tunnel*. Published as part of Deliverable 6 of the Thematic Network ROSEBUD, WP 4. http://partnet.vtt.fi/rosebud/products/deliverable/ROSEBUD_WP4_REPORT_FINAL.pdf
- Steinbach, R., Green, J., Edwards, P., & Grundy, C. (2010). 'Race' or place? Explaining ethnic variations in childhood pedestrian injury rates in London. *Health & Place*, **16**, 34-42.
- Stene, T.M., Sakshaug, K. & Moe, D. (2008). *Evaluering av prikkbelastning av førerkort*. Rapport SINTEF A4448. Trondheim: SINTEF Teknologi og Samfunn.
- Stensholt, E., T. Bergsaker O-J. Skog. (1992). *Synsproblemer i trafikken. Rapport fra en optometrisk undersøkelse av unge og eldre bilførere*. Rapport 1/1992. Norsk optometrisk forskningsinstitutt, Kongsberg.
- Stigre, S. A. (1989). *Bruk av skademeldingene for motorvogn i det fysiske trafikksikkerhetsarbeid. Erfaringer og praktisk veiledning*. Gjensidige forsikring og Vegdirektoratet, Oslo.
- Stigre, S. A. (1991). *Forkjørsregulering av overordnet vegnett i Hamar. Effektundersøkelse*. Utarbeidet for Statens vegvesen Hedmark. Rykkinn.
- Stigre, S. A. (1993). *Forkjørsregulering av overordnet vegnett i Bærum. Effektundersøkelse*. Utarbeidet for statens vegvesen Akerhus. Rykkinn.
- Strand, A. (1986). *Nemndstruktur og trafikksikkerhetsarbeid. En undersøkelse av kommunale politikeres vurdering av lokal trafikksikkerhets situasjon og lokalt trafikksikkerhetsarbeid*. Oppdragsrapport til Vegdirektoratet. Norsk institutt for by- og regionforskning, Oslo.
- Strand, A. (1988). *Trafikksikkerhetsarbeidet i fylkene. En undersøkelse blant medlemmene av fylkets trafikksikkerhetsutvalg*. NIBR-rapport 1988:3. Norsk institutt for by- og regionforskning, Oslo.
- Strand, A. (1993). *Trafikksikkerhetsmessige hensyn i arealplanleggingen*. Forelesning ved EEU-kurs Trafikksikkerhet 29.10.93. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for samferdselsteknikk, Trondheim.
- Strand, A., Næss, P., Tennøy, A. & Steinsland, C. (2009). *Gir bedre veier mindre klimagassutslipp?*, TØI rapport 1027/2009, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Strand, A. & Langmyhr (2011). *Kapasitet i veinettet, Tiltakskatalog.no – Transport, miljø og klima*, Transportøkonomisk institutt (red). Oslo, online tilgjengelig på <http://www.tiltakskatalog.no/a-2-1.htm> (sett desember 2011).

- Strathman, J.G., Duecker, K.J., Zhang, J. & Williams, T. (2001). *Analysis of design attributes and crashes on the Oregon highway system*. Oregon: Center for Urban Studies, Portland State University, Report SPER 312.
- Sukhai, A., Jones, A. P., & Haynes, R. (2009). Epidemiology and risk of road traffic mortality in South Africa. *South African Geographical Journal*, **91**(1), 4-15.
- Sulkjær, P., Bonnevie, N., Nielsen, O. A., Kristensen, J. P. & Meiner, M. L. (2005). *Forsøg med kørselsafgifter I København*. Københavns Kommune, Danmarks tekniske Universitet, Vejdirektoratet and Rambøll, København.
- Sund, B. (2000). *Samhällets kostnader för olyckor. Kostnader för det förebyggande arbetet*. Räddningsverket, Karlstad.
- Surrey Country Council (1994). *Road safety Audit: An investigation into casualty savings – Discussion report*. Surrey Country Council Highways management Division.
- SWOV (2007). The Road Safety Audit and Road Safety Inspection, SWOV Fact sheet, SWOV, Leidschendam.
- Sykebynettverket (2012). *Sykebynettverket*. Hentet 23.12.2012. URL: <http://www.sykeby.no/forsidebannere/Sykebynettverket>
- Tamburro, R. F., Shorr, R. I. & Bush, A. J. (2002). Association between the interception of Safe Kids coalition and changes in pediatric unintentional injury rates. *Injury Prevention*, **8**, 242-245.
- Tellnes, G. (1984). Resultater av skadeforebyggende arbeid i lokalsamfunnet. *Tidsskrift for den Norske Lægeforening*, **104**, 1838-1842.
- Tennøy, A. & Lowry, M. (2008). *Reisevaner for ansatte i CIENS-bedriftene fører til lokaliseringsforskningssenteret*. TØI-rapport 997/2008. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Tennøy, A. (2008). Veibygging er ikke et klimatiltak, *Samferdsel*, nr. 4, mai, side 18-19.
- TfL (2007). *Central London Congestion Charging – impacts monitoring*. 5th annual report, Transport for London (TfL), Mayor of London, London.
- Thulin, H. (1991). *Trafikantgruppers skadetall, risikoer og helseforluster i ulike trafikkmiljøer - en tabellsammanstilling*. Bilaga 2 till Samhällsekonomsik prioritering av trafikksäkerhetsåtgärder. TFB & VTI forskning/research rapport 7:2 1991. Transportforskningsberedningen och Statens väg- och trafikinstitut, Stockholm och Linköping.
- Thulin, H. & G. Nilsson. (1994). *Vägtrafik. Exponering, skaderisikoer og skadekonsekvenser for ulike färdstätt og aldersgrupper*. VTI-Report 390. Väg- og transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Tielaitos - Finnish National Road Administration. (1997). *Public Roads in Finland 1.1.1997*. Finnish Statistical Reports 1/1997. Finnish National Road Administration, Helsinki.
- Tønnesen, A. (2012). *Policynettverk for samordning*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. Paper.
- Torp, C. (1996). *Fører økt framkommelighet i byer til trafikkvekst?* Oslo, Norges Naturvernforbund. Rapport nr. 6/96.
- Trinca, G., Johnston, I.R., Campbell, B.J. et al. (1988). *Reducing Traffic Injury - A Global Challenge*. Royal Australasian College of Surgeons, Melbourne.
- Trygg Trafikk (2010). *Krever svar om uavhengig vegtilsyn*. URL:http://www.tryggtrafikk.no/Krever+svar+om+uavhengig+vegtilsyn.b7C_wJbS4F.ips 17.12.12.
- UK Department of Transport. (1989). *Transport Statistics Great Britain 1978-1988*. London., Her Majesty's Stationary Office.
- UK Department of Transport. (1992). *Transport Statistics Great Britain 1982-1992*. London, Her Majesty's Stationary Office.
- Ukkusuri, S., Miranda-Moreno, L. F., Ramadurai, G., & Isa-Tavarez, J. (undated). *The role of built environment on pedestrian crash frequency. ???*
- US Department of Transportation. (1991). *Fatal and Injury Accident Rates on Public Roads in the United States*. Washington DC, US Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Vaa, T. (1993). *Personskader og risiko ved bussreiser. Reviderte beregninger*. TØI-rapport 160. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vaas, K. & R. Elvik. (1992). *Førerens kunnskap om og holdning til promillelovgivningen*. TØI-rapport 104. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Vågane, L., Brechan, I., & Hjorthol, R. (2011). *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2009 - nøkkelrapport*. TØI rapport 1130/2011. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Veisten, K., Flügel, S., Elvik, R. (2010). *Den norske verdsettelsesstudien 2010. Ulykker - Verdien av statistiske liv og beregning av ulykkesenes samfunnskostnader*. Rapport 1053C. Oslo, transportøkonomisk institutt.
- Verhoef, E. (1994). External effects and social costs of road transport. *Transportation Research, Series A*, **28**, 273-287.
- Vingan, A., Fridstrøm, L. & Johansen, K. W. (2007). *Køprising i Bergen og Trondheim – et alternativ på 20 års sikt?*, TØI-rapport 895/2007, Transportøkonomisk institutt.
- Vogt, A. & Bared, J. (1998). Accident models for two-lane rural segments and intersections. *Transportation Research Record*, **1635**, 18-29.
- VTPI (2008). *Road pricing, Congestion Pricing, Value pricing, Toll Roads and HOT Lanes*. Victoria Transport Policy Institute.
- Wang, J., Hughes, W.E. & Steward, R. (1998). *Safety effects of cross-section design on rural multi-lane highways*. International Symposium on Highway Geometric Design Practices. Boston, Massachusetts.
- Wasieleski, P. (1984). Speed as a measure of driver risk: observed speeds versus driver and vehicle characteristics. *Accident Analysis and Prevention*, **16**, 89-103.
- Wegman, F. M. C., J. Van Selm & M. Herweijer. (1991). Evaluation of a stimulation plan for municipalities in the Netherlands. *Safety Science*, **14**, 61-73.
- West, R., J. Elander & D. French. (1992). *Decision making, personality and driving style as correlates of individual accident risk*. Contractor Report 309. Crowthorne, Berkshire, Transport Research Laboratory,

- WHO Collaborating Centre on Community Safety Promotion (2012). *Indicators for International Safe Communities*. URL: http://www.phs.ki.se/csp/who_safe_communities_indicators_en.htm (10.02.2012). Stockholm, Karolinska Institutet.
- Wier, M., Weintraub, J., Humphreys, E. H., Seto, E., & Bhatia, R. (2009). An area-level model of vehicle-pedestrian injury collisions with implications for land use and transportation planning. *Accident Analysis & Prevention*, **41**, 137-145.
- Winston, C. (1991). Efficient Transportation Infrastructure Policy. *Journal of Economic Perspectives*, **5**, 113-127.
- Wong, S. C., Sze, N. N., Yip, H. F., Loo, B. P. Y., Hung, W. T. & Lo, H. K. (2006). Association between setting quantified road safety targets and road fatality reduction. *Accident Analysis and Prevention*, **38**, 997-1005.
- Ytterstad, B. & H. Wasmuth. (1995). The Harstad injury prevention study: Evaluation of hospital-based injury recording and community-based intervention for traffic injury prevention. *Accident Analysis and Prevention*, **27**, 111-123.
- Ytterstad, B. (2003). The Harstad Injury Prevention Study. A decade of community-based traffic injury prevention with emphasis on children. Postal dissemination of local injury data can be effective. *International Journal of Circumpolar Health*, **62**, 61-74.
- Zajac, S. S., & Ivan, J. N. (2003). Factors influencing injury severity of motor vehicle-crossing pedestrian crashes in rural Connecticut. *Accident Analysis and Prevention*, **35**, 369-379.
- Zhou, M. & Sisiokipu, V. (1997). On the relationship between volume to capacity ratios and accident rates. *Transportation Research Record*, **1581**, 47-52.

PARTE III

Definições e explicações

Glossário

- Abaulamento:** Declividade transversal simétrica em relação ao eixo da plataforma de trecho em tangente de uma via e cada faixa tem uma declividade em direção ao acostamento. A inclinação normalmente é de 3%.
- Abriço:** Construção instalada em pontos de parada de ônibus de acordo com critérios específicos.
- ABS:** Anti-lock brake system (sistema antitravamento de freios) - Previne o travamento das rodas, com o objetivo de manter a estabilidade e a controlabilidade durante a frenagem.
- Absorção de choque:** Amortecedores assumem a energia cinética no primeiro impacto e depois quando a mola se expande; ver também suspensão.
- Abstêmia obrigatória:** Proibição de ingestão de álcool por um certo tempo antes do exercício de alguma atividade profissional. Ref. Lei sobre abstenia obrigatória de 1936.
- Aceleração:** Aumento gradual de velocidade; o oposto de desaceleração.
- Acessibilidade:** Descrição de quão fácil é chegar em algum lugar em particular. Um lugar tem pouca acessibilidade quando é preciso fazer um longo desvio para chegar até ele.
- Acidente:** Um evento súbito e imprevisto que resulta em um dano detectável.
- Acidente com “efeito L” ou “efeito canivete”:** Acidente envolvendo caminhões em que o caminhão-trator e o reboque ou semirreboque se dobram, colidindo um contra o outro ou com outro veículo
- Acidente com múltiplas partes:** Acidente com o envolvimento de vários usuários.
- Acidente com vítima:** As estatísticas oficiais de acidentes de trânsito da Estatística Noruega incluem somente acidentes registrados da polícia e que resultaram em uma lesão não desprezível.
- Acidente de trânsito:** Acidente que ocorre em via pública quando um ou mais veículos estão envolvidos. A maioria dos acidentes nas estatísticas oficiais de acidentes de trânsito está relacionada a veículos automotores. Os acidentes individuais com bicicleta, por exemplo, possuem alto índice de subnotificação.
- Acidentes de trânsito com registro obrigatório:** Acidente de trânsito em que há o envolvimento de veículos e que leva a uma lesão que não é desprezível.
- Acidente fatal:** Acidente de trânsito que resulta na morte de uma pessoa em até 30 dias após o acidente é considerado acidente fatal para as estatísticas oficiais de acidentes de trânsito do Escritório Central de Estatística da Noruega.
- Acidente individual:** Acidente com o envolvimento de apenas um veículo. Os termos “perda de controle” ou “saída de pista” também são designações muito usadas.
- Acordo ADR:** Acordo internacional sobre transporte de produtos perigosos.
- Acostamento:** Faixa carroçável do lado da pista de rolamento. O acostamento pode ser utilizado para parada de emergência. Acostamento não deve ser utilizada para o tráfego normal.
- Acostamento da pista:** A parte da via, a qual é carroçável, localizada fora da pista de rolamento.
- Acuidade visual:** A capacidade de ver ou identificar pequenos detalhes em objetos ou imagens.
- Acuidade visual dinâmica:** A habilidade de ver ou identificar pequenos detalhes em imagens ou objetos em movimento em relação ao observador.
- Adaptação:** Usado aqui como a capacidade do olho humano de se adaptar às mudanças nas condições de iluminação.
- Adaptação comportamental:** A mudança de comportamento dos condutores pela presença ou ausência de fatores de risco e medidas de segurança viária. Ver também compensação do risco.
- Adaptação Inteligente de Velocidade (ISA ou Intelligent Speed Adaptation):** Sistema de apoio ao condutor que o alerta quando estiver dirigindo acima do limite de velocidade, ou faz com que seja difícil, desconfortável ou impossível dirigir acima do limite de velocidade (ou quando estiver rápido demais para as circunstâncias de condução em que estiver).
- Aderência à via:** A resistência da roda contra deslizamento ou derrapagem. Ver atrito.
- Agregação:** Soma de elementos individuais em um conjunto composto por estes elementos.
- Agressividade de veículo:** Em que medida o veículo causa danos aos outros veículos em caso de colisão.
- Airbag:** Bolsão de ar comprimido que se enche rapidamente em uma colisão para reduzir a severidade em acidentes graves.

Airbag frontal: Airbag no volante ou na frente do banco do passageiro que é acionado em caso de colisões frontais. Ver também airbag.

Airbags laterais: Airbags no encosto do banco, no teto do veículo ou na coluna C, que são acionados em colisões com grande mudança de velocidade lateral (colisões laterais e capotamento).

AIS: Abbreviated Injury Scale (Escala Abreviada de Lesões) é uma escala de classificação de lesões em cada uma das nove regiões do corpo por grau de lesão, variando de 1 (danos mínimos) a 6 (danos máximos). É amplamente utilizada para acidentes de trânsito. É a base para a ISS. Ver ISS.

Alargamento: Ampliação da pista associada às curvas.

Alças e Via sem saída: Vias truncadas e sem oportunidades de passagem, concebidas com alças (loops) ou sem saída (lollipops); são frequentes em áreas com povoadamentos dispersos.

Alcoolemia: A quantidade de álcool (em gramas ou decigramas) por mil unidades (miligramas ou mililitro) de sangue. Opcionalmente pode ser considerada também como a concentração de álcool em determinado volume de ar expirado.

Aleatório: Impossível de prever com precisão. Um acontecimento é aleatório quando não é possível prevê-lo com precisão no tempo e no espaço.

Alergia: Hipersensibilidade de um organismo a substâncias estranhas ao corpo. Leva a irritações na pele e inchaços nas mucosas. É tratada com anti-histamínicos, que podem apresentar ação narcótica, especialmente se ingeridos com álcool.

Alerta de cinto de segurança: Alerta quando uma pessoa no veículo não está utilizando o cinto de segurança quando o motor está em funcionamento.

Alimentação de inverno dos alces: Alimentação metódica de alces no inverno, entre outras razões, para mantê-los afastados das vias durante o inverno em áreas com grandes populações de alces.

Alinhamento: A curvatura da via nos planos horizontal e vertical.

Alinhamento horizontal: Geometria da curvatura horizontal.

Alinhamento longitudinal: Pontos marcados ao longo do meio-fio.

Alinhamento óptico: Desenho de via que dá informações sobre a evolução do curso da via ao usuário.

Alinhamento visual: O desenho e a estrutura da via são projetados de tal modo que, juntos, ofereçam uma imagem específica e preliminar do percurso adiante.

Altura de veículo: A altura do dimensionamento do veículo de passeio, geralmente definida como 1,35 m para veículo de passeio.

Altura dos olhos: A altura dos olhos acima da superfície da pista de rolamento para um condutor de altura normal. Nas normas de tráfego a altura dos olhos é definida em 1,1 m.

Altura livre: Altura mínima entre a superfície da pista de rolamento e obstáculos na vertical. Por exemplo, nas placas de sinalização soma-se uma certa altura mínima devido à neve, linhas de telecomunicações, limites de construção e conservação, etc.

Amplitude total: A diferença entre o maior e o menor valor de uma variável.

Análise de impacto: Análise ou avaliação que tenta mostrar os efeitos de uma ou mais medidas. Uma análise de impacto também pode ser uma lista de vantagens e desvantagens da implementação de uma ou mais medidas.

Ângulo de interseção: O ângulo entre os fluxos divergentes ou convergentes da interseção.

Anos perdidos de vida com saúde plena: Saúde diminuída devido a uma lesão, calculada como anos de vida perdidos por uma lesão em que a saúde completa tem valor de 1 e a morte, valor de 0.

Antiderrapante: Ver controle eletrônico de estabilidade.

Antiepiléptico: Medicamento para epilepsia.

Antropometria: Estudo das dimensões físicas do corpo humano.

Apreensão do veículo: Geralmente significa a perda temporária do veículo como sanção por dirigir alcoolizado ou por excesso de pontos na carteira de habilitação.

Aprendizagem: Aquisição de conhecimentos ou habilidades.

Aproximação: Parte da via que leva o tráfego para uma interseção.

Área ambiental: Área destinada à circulação de todos os usuários, projetada de modo que todo o tráfego motorizado ocorra nos termos dos pedestres. Utilizam-se medidas de redução de velocidade e não há nenhuma diferença consistente de altura na seção transversal da via. O fluxo de passagem não deve ocorrer nas áreas ambientais, apenas o tráfego local.

Área de acidente: Área ou baía designada especificamente à parada de veículos com defeito, como falha do motor, por exemplo.

Área de circulação: Indica a área em uma rotatória que é destinada ao tráfego. A área de circulação está localizada fora da ilha central e é limitada pelo diâmetro externo da rotatória.

Área de conflito: Área que contém um ou mais pontos de conflito.

Área de controle: Área que possibilita a parada e o controle eficazes de usuários e veículos.

Área de interseção: Inclui, para efeitos de registro de acidentes, uma extensão de 20 metros em cada via da interseção.

- Área de operação:** A área que é necessária para realizar o tráfego de veículos conforme dimensionamento.
- Área de perigo:** Deve ser estabelecida no plano de zoneamento. Inclui, entre outras, campos de caça, áreas onde há pedreiras, etc.
- Área de separação:** A área longitudinal entre a via e a calçada.
- Área de tráfego:** Área destinada à realização de tráfego.
- Área de utilização conjunta:** Ver espaço compartilhado.
- Área densamente povoada (urbana):** Inclui áreas do centro, ruas, quadras, linhas de fachadas contínuas e de intensa urbanização.
- Área residencial:** Área em que o uso do solo está essencialmente relacionado à função habitacional.
- Áreas comuns:** Área projetada para que possa ser utilizada para permanência, para brincar/jogar e para o tráfego. Estas áreas estão ligadas às vias residenciais e são projetadas para permitir o tráfego de veículos a uma velocidade inferior a 15 km / h.
- ARRB:** Australian Road Research Board (ou “Comitê de Pesquisa Viária da Austrália”).
- Asfalto poroso:** Superfície betuminosa que é mais permeável à água que o asfalto convencional.
- Atenuador de impacto:** Estruturas de absorção de energia que são instaladas na frente de obstáculos fixos, ou no centro da via, por exemplo, em pilares de ponte ou no terminal da barreira de proteção.
- ATK de trecho:** Controle automático de velocidade com medição da velocidade média entre dois pontos de medição em um trecho.
- Ato administrativo:** Lei em casos administrativos. Foi aprovado pelo Parlamento pela primeira vez em 1967 e posteriormente alterado várias vezes. A lei aplica-se em toda a gestão pública, a menos que sua não-aplicação seja determinada por lei (na Noruega).
- Atrito:** Atrito estático é o termo que designa a resistência ao deslizamento entre duas superfícies em contato quando há algum deslocamento. O atrito de deslizamento é a resistência ao deslizamento entre duas superfícies que deslizam uma em relação à outra, como as rodas de um veículo bloqueadas deslizando sobre uma superfície de asfalto.
- Auditoria de segurança viária:** Uma investigação sistemática e independente sobre as condições de segurança viária para todos os grupos de usuários de trânsito em uma via ou uma área.
- Autocorrelação:** Correlação entre repetidas observações do mesmo fenômeno em uma série temporal.
- Autoescola:** Escola que oferece formação para condutor em troca de pagamento. Esta formação só pode ser concedida com autorização oficial e de acordo com um programa aprovado.
- Autoestrada:** Via com quatro ou mais faixas, barreiras centrais, interseções em desnível e sem conexão direta às propriedades ao longo da via. A autoestrada é reservada aos veículos automotores.
- Autoridade viária:** A autoridade que toma as decisões sobre as questões viárias.
- Autorização:** Significa o mesmo que concessão. Ver concessão.
- Auto-seleção:** Significa que alguém opta por si próprio por participar de uma pesquisa ou experimento, mas muitas vezes de uma forma que pode gerar distorções em uma pesquisa de impactos do projeto.
- Avalanche:** Ver deslizamento.
- Avaliação de custo-benefício:** Metodologia para a comparação sistemática de benefícios (vantagens) e custos (desvantagens) de medidas governamentais, procurando determinar se os benefícios superam os custos. O método assume que os custos e todos os novos fatores de benefício são calculados em coroas norueguesas.
- Axioma:** Declaração ou regra que é considerada definida como verdadeira (não pôde ser provada).
- Balizador:** Poste com refletor que marca o bordo da via e destaca seu alinhamento.
- Banda de rodagem:** A parte dos sulcos do pneu que se desgasta ao entrar em contato com a pista de rolamento. Pode ser renovada por recauchutagem.
- Barra de proteção:** Barra horizontal que se estende por cerca de meio metro na bicicleta na altura do bagageiro. Geralmente equipado com refletores.
- Barra de proteção contra o encaixe:** Amortecedor rebaixado montado atrás e/ou nas laterais dos caminhões.
- Barreira acústica:** Construção que, por exemplo, de madeira ou concreto, quebra a linha reta entre a fonte de ruído e o receptor do ruído, e que de certa forma absorve a onda sonora.
- Barreira acústica em aterro:** Desenho de terreno elevado em que há a quebra a linha reta entre a fonte e o receptor do ruído, e que de certa forma absorve a onda sonora.
- Barreira central:** Separação física entre as faixas de trânsito/pistas de rolamento para o tráfego em sentidos opostas, seja com ou sem canteiro central.
- Barreira de contenção de neve:** Estacas de madeira ou plástico colocadas ao longo da beira da via para contenção da neve da lateral da via. Podem ser equipadas com refletores.
- Barreira de proteção:** Deve impedir os veículos de sair da pista, chocar-se com obstáculos fixos ou invadir o sentido oposto; pode ser feita com cabos de aço, perfis metálicos ou concretos.
- Barreira de proteção flexível:** Barreira que é deformada pela colisão de modo que a energia de colisão é parcialmente absorvida pela barreira em vez de pelo veículo; o tipo mais flexível de barreira de proteção que se utiliza são os cabos de aço.

Barreira de proteção rígida: Barreira que é construída para não ceder quando for atingida e para que a energia de colisão seja absorvida principalmente pelo veículo; o tipo mais rígido é a barreira de concreto.

Barreira de proteção viária: Ver barreira de proteção.

Base jurídica: Provisão da lei ou qualquer outra fonte de lei que dá às autoridades a oportunidade de tomar decisões válidas.

BAST: Bundesanstalt für Strassenwesen (Instituto Nacional de Pesquisa Viária), Alemanha.

Bem coletivo: Um bem é coletivo quando ninguém pode ser excluído de se beneficiar dele e enquanto o consumo individual não reduz a quantidade do bem disponível para que os demais também possam usufruir.

Bem-estar: Bem-estar inclui padrão de vida e qualidade de vida, ou seja, ter uma renda razoável, habitação, emprego, educação, boa saúde, dar e receber amor, ter respeito próprio e manter uma sensação básica de alegria (de boa saúde).

Bicicleta: Veículo movido por dispositivos de correia e pedais, exceto o veículo de brinquedo.

Bicicleta elétrica: Bicicleta com motor auxiliar de potência máxima de 0,25 kW. A potência do motor é reduzida de forma gradual e termina quando o veículo atingir uma velocidade de 25 km/h ou antes, caso se pare de pedalar.

Blocos de concreto pré-moldado: Blocos de concreto dispostos na rodovia, geralmente utilizados para separar sentidos opostos de tráfego.

Bogie: Combinação de rodas com o centro em duas linhas (eixos) perpendiculares ao eixo longitudinal do veículo com um espaçamento de 1,2 m ou mais, concebido de tal modo que o peso que atua na combinação seja distribuído entre os eixos. Também são considerados bogies a combinação de eixos mencionada em que um eixo pode ser aliviado na totalidade ou em parte por meios especiais.

Bolsão de ônibus: Expansão ao longo da via reservada para a parada de ônibus. O bolsão pode estar em contato direto com as faixas de rolamento ou separado por ilhas de trânsito.

Bolsão de parada: Área ao longo da pista de rolamento para paradas mais curtas ou de emergência.

Bordo da pista de rolamento: Indica o limite da pista de rolamento, ou seja, a transição entre a pista de rolamento e o acostamento.

Bordo da via: A linha limite entre o canto externo do acostamento e a calçada, a ciclofaixa, uma inclinação (trincheira ou de enchimento), um muro, um edifício, etc.

Brecha (gap): Tempo entre o momento de passagem em uma determinada seção da via da parte frontal de um veículo, para o momento de passagem da parte frontal do veículo que o segue.

Bueiro: Dispositivo de drenagem de água (geralmente em tubos) ao longo da via.

Cabo óptico: Medida de engenharia de tráfego ou medida física que enfatiza o alinhamento de uma via. Instalações típicas são sinais ao fundo em curvas acentuadas e refletores ao longo do bordo da pista.

Cabos de aço: Tipo de barreira de proteção geralmente com 3 ou 4 cabos de aço fixados entre postes de aço; geralmente utilizada como divisor central.

Caça de inverno de alces: Caça metódica de alces com o objetivo de remover animais em áreas de pastagem de inverno, onde os alces se concentram durante o inverno.

Caixa de bicicleta: Área destinada a ciclistas à frente do tráfego motorizado em interseções semaforizadas.

Calçada: Parte da via reservada para o trânsito de pedestres; localizada em um nível acima da pista de rolamento e separada pelo meio-fio.

Câmeras de velocidade: Equipamento fotográfico usado no controle automático de velocidade para registrar veículos em excesso de velocidade.

Caminhão: Veículo com massa total permitida acima de 3.500 kg, utilizado principalmente para transporte de mercadorias/carga.

Caminhão especial: Caminhão longo que excede o comprimento ou peso normal permitido (por exemplo, caminhão-trator com semirreboque; caminhão com semirreboque e dolly).

Caminhão leve: Caminhão com massa total permitida entre 3.500 e 7.500 kg.

Caminhão pesado: Caminhão com massa total permitida acima de 7.500 kg.

Caminhão-trator: Veículo automotor destinado a tracionar ou arrastar outro.

Campo de visão de ultrapassagem: O campo de visão mínimo que um condutor precisa ter do tráfego do outro sentido no momento em que ele deseja iniciar uma ultrapassagem de outro veículo de forma adequada e segura.

Campo de visão livre: Trecho de via coesivo e visível para um condutor com o veículo localizado no meio da faixa de trânsito com linha de visão sob determinada altura.

Campo de visão: O campo que um olho imóvel pode perceber a luz. Em uma pessoa com visão normal, a extensão horizontal do campo de visão é maior que 180 graus, quando ambos os olhos são utilizados.

Canalização: Medida para direcionar o tráfego em faixas de trânsito específicas e/ou de uma determinada maneira. A canalização é realizada utilizando ilhas de tráfego ou sinalização horizontal.

Canalização da via principal: Construção de ilhas de tráfego usando meio fio ou sinalização horizontal nas vias de acesso mais congestionadas em uma interseção. Geralmente realizada como faixas de conversão à esquerda.

- Canalização física:** O uso de ilhas de tráfego elevadas para orientar o tráfego para faixas de trânsito específicas ou de uma forma especificada.
- Canalização total:** Construção de ilhas de tráfego usando meio-fio ou sinalização horizontal em todas as aproximações de uma interseção.
- Candela:** Unidade de medida da intensidade luminosa.
- Canteiro central:** Separação física entre pistas de rolamento com tráfego em sentidos opostos.
- Capacidade:** O maior volume de tráfego que pode passar em uma seção de via, medido em número de veículos por unidade de tempo. Distingue-se entre a capacidade teórica, que se aplica sob condições ideais, e a capacidade real, que se aplica sob restrições mais específicas.
- Carga conjunta:** Conjunto de mercadorias de vários remetentes para uma emissão.
- Carga do bogie (pressão do bogie):** O peso total transmitido ao pavimento a partir de um bogie que tenha uma distância entre eixos de 1,2 m ou mais, mas não superior a 2,0 m.
- Carga por eixo:** O peso total transmitido ao pavimento de todas as rodas ligadas ao mesmo eixo.
- Carteira de habilitação gradual:** Método de formação de condutores que geralmente inclui uma fase de treinamento (condução sob supervisão), uma fase intermediária com diferentes restrições (incluindo limites mais rigorosos de álcool no sangue, proibição de condução à noite, número limitado de passageiros, limitações de quantidade de infrações), e uma fase final, sem restrições. Pode ser usada juntamente com requisitos de treinamento ou testes de conhecimento.
- Carteira de habilitação internacional:** Carteira de habilitação especial exigida para dirigir em países europeus específicos. Demonstra que o titular possui uma carta de habilitação válida em seu país de origem.
- Causa:** Aquilo que provoca algo (o efeito). Eventualmente o termo “causa” é utilizado como sinônimo de “razão”. Em pesquisas de acidentes, a “causa” tem um significado muitas vezes menos preciso, e o termo costuma ser usado no mesmo sentido de “fator de risco”.
- Cd:** Candela, símbolo de intensidade luminosa (de acordo com o Sistema Internacional de Unidades).
- Celular “handsfree”:** Dispositivo que permite o uso do telefone celular nos veículos sem ocupar as mãos.
- Cerca para animais silvestres:** Cerca erguida principalmente para evitar que alces (mas também cervos e veados, entre outros) atravessem a via de tráfego.
- Certificado de competência:** Documento que comprova que seu titular tem uma habilidade específica (competência). Documento que taxistas e motoristas de ônibus precisam ter além da carteira de habilitação. Os taxistas devem passar por uma prova de familiarização com o local onde trafegam para conseguir o certificado de competência.
- Ciclista:** Condutor que dirige bicicleta.
- Ciclofaixa:** Faixa de trânsito que por placas de regulamentação e sinalização horizontal é destinada aos ciclistas.
- Ciclofaixa à esquerda na interseção:** Ciclofaixa marcada entre faixas de trânsito para seguir em frente e à esquerda, e ciclofaixa marcada no próprio cruzamento que possibilita movimento de conversão em uma etapa em uma pequena curva à esquerda.
- Ciclofaixa centrada:** Ciclofaixa sinalizada em interseção semaforizada, à esquerda das faixas de conversão à direita para automóveis.
- Ciclomotor:** Motociclo com uma velocidade máxima de 45 km/h. Existe ciclomotor de duas, três ou quatro rodas.
- Ciclovias:** Via que, por placas de regulamentação, é destinada aos ciclistas. A via está separado de outras vias por gramado, trincheira, cerca, meio-fio ou de outra forma. Os pedestres também podem utilizar a ciclovia onde isso for mais conveniente.
- Ciclovia alinhada à direita no cruzamento:** Ciclovias sinalizadas separadamente à direita para conversão à direita para automóveis ou canalização de ciclovias existentes.
- Ciclovia expressa:** Uma ciclovia contínua de alto padrão reservada para ciclistas e adaptada para o tráfego rápido e contínuo de bicicletas por longas distâncias (5-20 km) entre dois pontos.
- Cidade pequena (pouco desenvolvida - maior que uma vila e menor que uma cidade):** Comumente é uma área pouco desenvolvida com mais de 200 residentes e onde geralmente não há mais de 50 m entre as casas. No código de trânsito (da Noruega) não está clara a distinção entre área pouco desenvolvida e área densamente povoada. Na prática é mais comum em área pouco desenvolvida vias com limite de velocidade de 60 km/h ou inferior. Também pode ocorrer sinalização de um limite de velocidade acima deste nestas áreas.
- Classe da via:** 1) A divisão de vias estabelecida pela autoridade viária em rodovia federal, rodovia regional, rodovia municipal e vias privadas. 2) Grupo de padrão de vias.
- Classe de túnel:** Classificação de túneis com base no comprimento e VDMA.
- Classificação de perigo da lateral da via:** Função de várias características da lateral da via que estão relacionadas ao risco de ferimentos por acidente de saída de pista.
- Clotóide:** Curva de transição em que a curvatura aumenta ou diminui linearmente com o comprimento da curva.
- Clube de Tráfego Infantil:** Formação online e gratuita para crianças; é organizado pelo TryggTrafikk na Noruega (organização voluntária de segurança no trânsito).
- Código de Trânsito:** Código de Trânsito de 1965 (da Noruega). Lei que estabelece regras básicas para o tráfego viário e delega às autoridades as questões de trânsito. A lei fornece a base jurídica para as regras de trânsito, as regras de sinalização e as regulamentações de veículos, entre outros.

- Coefficiente de atrito:** Valor que indica as propriedades de atrito entre dois materiais específicos. Varia entre 0 e 1, de modo que um coeficiente igual a 1 significa o maior atrito.
- Colisão frontal:** Acidente que os veículos em sentidos opostos colidem.
- Colisão lateral:** Quando um veículo colide lateralmente com outro veículo.
- Colisão traseira:** Acidente em que um veículo colide na traseira de outro veículo.
- Comissão de acidente:** Grupo de especialistas composto por pessoas com diferentes formações, nomeadas para investigar acidentes de trânsito em profundidade.
- Compatibilidade dos veículos em acidentes:** Em que medida as partes de absorção de energia de um veículo estão posicionadas de modo a encontrar as partes de absorção de energia de outros veículos em colisões (compatibilidade geométrica); também se refere às diferenças de peso e rigidez entre veículos que influenciam a gravidade das lesões em caso de acidente.
- Compensação de risco:** A tendência dos usuários de trânsito de adaptar o comportamento de uma medida de segurança viária, tornando-se menos cautelosos (velocidade superior em via iluminada, por exemplo).
- Componente de bem-estar:** Elemento do padrão de vida e qualidade de vida que determina o bem-estar geral.
- Concessão:** Permissão das autoridades públicas para desenvolver determinada atividade. A concessão geralmente é concedida quando o requerente demonstrou que atende a determinadas condições que as autoridades estabelecem para conceder a permissão. Ver também autorização.
- Condução profissional:** Condução de veículo próprio ou de outrem, profissionalmente.
- Conduta:** Registro público da conduta legal. Ter conduta impecável significa que não se possui qualquer registro público de condenação ou de infração.
- Condutor:** O que conduz o veículo.
- Confiabilidade:** O grau de precisão e reprodutibilidade de uma medição.
- Configuração:** Padrão de como as diferentes partes são montadas e posicionadas em relação às outras, tal como o padrão de instalação dos faróis em um automóvel (configuração da luz traseira, etc.). Exemplos de diferentes configurações de luzes são se as luzes de freio são colocadas acima ou abaixo das luzes indicadoras de direção, se as luzes de marcha a ré são colocadas à direita ou à esquerda das luzes de freio, etc.
- Confirmação:** A aprovação final do zoneamento. O município agora tem a autoridade para aprovar zoneamentos próprios, exceto quando os governos estaduais têm obrigações ao plano.
- Conflito:** Situação do tráfego em que a colisão entre condutores que se cruzam ou se aproximam só pode ser evitada se pelo menos um dos condutores mudar a velocidade ou direção dentro de um intervalo de tempo definido (1-3 segundos) antes de uma possível colisão.
- Consumo da potência do freio:** A quantidade de energia de frenagem aplicada a um sistema de freios.
- Contraparte de colisão:** Segundo veículo envolvido em uma colisão.
- Contraste negativo:** Quando figuras escuras estão contra um fundo claro no contexto da iluminação viária: Quando obstáculos na pista de rolamento ou pedestres assumem silhuetas escuras contra um fundo mais claro.
- Contraste positivo:** Quando figuras claras estão contra um fundo escuro no contexto da iluminação viária: Quando os obstáculos ou pedestres assumem silhuetas claras contra um fundo mais escuro.
- Contravenção:** Infração de trânsito cuja pena máxima é de três meses de prisão. Infrações com penas mais graves são chamadas de crimes. A violação do Código de Trânsito é considerada uma contravenção independentemente do tamanho da pena (Código de Trânsito § 31).
- Controlar (estatística):** Levar em conta empírica ou estatisticamente uma variável de controle que afeta a relação entre duas outras variáveis A e B, de modo que se tem a relação entre A e B quando a variável de controle é mantida constante.
- Controle adaptativo de distância:** Também chamado de Intelligent Cruise Control (ICC); permite a definição de uma velocidade e distância fixas, constantes, do veículo à frente, que o veículo mantém automaticamente até que o condutor o desligue.
- Controle automático de velocidade (CAV):** Controle de velocidade realizado nas rodovias por radares eletrônicos com a velocidade-alvo estipulada e câmera que fotografa os infratores, sem a necessidade da presença policial. Normalmente se divide em controle de velocidade pontual e estendido.
- Controle de aproximação de interseção:** Sistema que, com sinais de luz, pode limitar o número de veículos que podem passar por uma seção de uma aproximação (normalmente rampas) em uma via principal (muitas vezes uma autoestrada), principalmente para melhorar a acessibilidade na via principal.
- Controle de avanço de sinal vermelho:** Controle automático de desrespeito ao sinal vermelho; os veículos que passam no vermelho são fotografados.
- Controle de cruzeiro (CC):** Com o controle de cruzeiro é possível definir uma velocidade fixa e constante a ser mantida automaticamente pelo veículo até que o condutor o desative. Ver controle adaptativo de distância.
- Controle de torque do motor:** Ver Controle do torque de arasto do motor (EDC).

- Controle de Tração (TCS):** Antirrodagem, impede a rotação das rodas e, pode evitar derrapagens quando se acelera.
- Controle de velocidade:** Pode ser realizado por patrulhamento, como controle fixo de velocidade com radar ou laser, ou por meio de controle automático de velocidade (pontual ou trecho-ATK).
- Controle do torque de arrasto do motor (EDC):** Aumenta a estabilidade lateral das rodas motrizes, aumentando as rotações por minuto depois do travamento com ABS.
- Controle eletrônico de estabilidade (ESP):** Sistema de segurança ativa que melhora a estabilidade do veículo (reduz o risco de derrapagem), influenciando nos freios e no controle do motor.
- Controle externo de veículos:** Controle externo de veículo fora de oficina, que na Noruega é operado pela Agência Nacional de Administração de Vias Públicas da Noruega e pela polícia; inclui controles de tempo de direção e descanso, controles de pneu e corrente durante a temporada de inverno, controles de peso, fiscalização de veículos comerciais e controles de transporte pesado.
- Convergência:** Quando duas correntes de tráfego convergem em uma só de acordo com as regras de trânsito.
- Coordenação semafórica:** Regulamentação semafórica em que duas ou mais interseções têm seus semáforos coordenados, para estabelecer as chamadas ondas verdes.
- Correlação:** O grau de associação entre duas ou mais variáveis. A correlação é expressa por um coeficiente (geralmente indicado pela letra r) que varia entre 1 (correlação positiva perfeita) e -1 (correlação negativa perfeita). O valor zero significa que não existe nenhum grau de correlação.
- Corrente de tráfego:** Tráfego com mesmos padrões de direção, por exemplo, o mesmo movimento de conversão.
- Corte:** Escavação em terreno original, delimitado pela inclinação do corte e o plano da via.
- Cruzamento para travessia de animais silvestres:** Ponto de travessia adaptado para animais silvestres utilizando passagem de nível ou passagem superior/inferior em vias com cercas de animais silvestres (principalmente alces e outros cervídeos) que permite aos animais atravessar a via.
- Curva de indiferença:** Curva que mostra a razão de combinações entre dois bens, isto é, as várias combinações entre dois bens que proporcionam o mesmo nível de bem estar.
- Curva de rastreamento:** Curvas que descrevem a exigência de largura que um veículo terá para se deslocar na curva.
- Curva de transição:** Curva que conecta linhas retas e/ou áreas circulares. Utilizado para criar um alinhamento esteticamente agradável e adequado à condução.
- Curva horizontal:** Alinhamento de projeção curva sobre o plano horizontal
- Curva vertical:** Alinhamento de projeção curva sobre o plano vertical
- Custo:** O valor do consumo de recursos ou desvantagens medido monetariamente.
- Custo de acidente:** O valor das consequências indesejadas e perdas devido ao acidente, calculado em termos monetários.
- Custo de condução:** Todas as despesas relacionadas à condução, ou seja, a soma dos custos operacionais do veículo, os custos de tempo e os custos dos acidentes.
- Custo de ferimentos:** Custo do número de mortos ou feridos por quilômetro via por ano.
- Custo de tempo:** O valor do tempo em termos econômicos. Utilizado para estimar o valor econômico do tempo poupado ou perdido.
- Custo generalizado:** A soma de todos os fatores inconvenientes que uma viagem envolve, incluindo gastos diretos e consumo de tempo, convertidos em coroas norueguesas.
- Custos externos:** Custos que não são pagos diretamente pela pessoa que exerce uma atividade que incide em custos. Um exemplo é o custo da poluição do tráfego viário, que é gerado pelos proprietários e usuários de veículos automotores e não é pago por eles.
- Cv:** cavalos de potência, ver a potência do motor.
- Dados de séries temporais:** Uma série de medições ou observações feitas em intervalos fixos de tempo.
- DB(A):** decibel, unidade para medida da intensidade do som.
- Declividade:** A inclinação longitudinal da pista de rolamento. Visto no sentido do fluxo, a declividade é considerado como positiva em aclives e negativa em declives.
- Defensa de aço:** Barreiras de proteção de aço em várias formas (incluindo Perfil W- ou perfil double-W ou perfil caixa); usado como barreira de proteção central ou lateral.
- Deflexão:** Mudança de direção a que um veículo é submetido quando circula por uma rotatória.
- Densidade de acidentes:** Unidade que expressa o número de acidentes, geralmente medida em número de acidentes por km e ano.
- Densidade de grau de ferimentos:** Uma medida da quantidade e gravidade dos acidentes que ocorrem em um trecho de via.
- Densidade de ocupação:** Ver densidade de urbanização.
- Densidade de urbanização:** Descreve geralmente o nível de adensamento de uma área (com residências ou outros edifícios, independentemente do número de habitantes); muitas vezes distingue-se entre áreas urbanas e rurais.
- Densidade populacional:** O número de habitantes por determinada área (por quilômetro quadrado, por exemplo).
- Derrapagem:** Perda não controlada ou controlada de aderência com a via, que leva à perda da capacidade de controlar a direção do veículo.

- Desaceleração:** É o oposto de aceleração; a redução gradual da velocidade.
- Descanso semanal:** Pausa semanal contínua na direção de pelo menos 30 horas para os motoristas profissionais que estão sujeitos às regras de tempo de direção e de descanso.
- Desconto:** Conversão de benefício ou custo futuro em valor presente por meio de uma taxa de desconto.
- Desenho universal:** Desenho de produtos, serviços e ambientes de forma tal que possam ser utilizados por todos, incluindo as pessoas com deficiência, na maior medida possível.
- Deslizamento:** Eventos da natureza em que uma massa de neve, rocha ou terras se move por declives.
- Desvio:** A distância a mais associada à escolha de via alternativa.
- Desvio de rota:** Rota temporária devidamente sinalizada cujo percurso é obrigatório ou recomendado. Geralmente é devido à construção de vias ou por outros razões. .
- Desvio padrão:** Mede a dispersão dos valores de uma variável. O desvio padrão é a raiz quadrada da variância. A variância é a média dos quadrados dos desvios dos diferentes valores da média.
- Determinístico:** Um fenômeno é determinístico se ocorre por necessidade ou por certeza absoluta. É o oposto de estocástico/aleatório.
- Diamante simples:** Interseção em desnível entre duas vias de fluxo de passagem com rampas em todos os quadrantes. As rampas de saída da via principal são posicionadas sempre antes do ponto de interseção, e as rampas de entrada sempre depois. Na via secundária, os vários fluxos de tráfego vão se cruzar. Este tipo de interseção também é chamado de cruzamento em diamante.
- Diferenciação:** Divisão da rede viária de acordo com a função e categoria das vias, com a finalidade de uniformizar ao máximo o fluxo de tráfego nas vias com a mesma função. A divisão comum é em pista principal, pista lateral, pista de acesso e saída.
- Direção de emergência:** Conduta de direção com o uso de luzes e/ou sirenes de emergência na ambulância/veículo de atendimento médico, caminhões de bombeiros, viaturas policiais e similares; o motorista pode ficar dispensado das regras de trânsito em situações de emergência; outros usuários são obrigados a ceder passagem livre aos veículos de emergência.
- Direção sob efeito do álcool:** Dirigir um veículo motorizado sob a influência de álcool ou outra substância psicoativa. Um condutor na Noruega é considerado sob efeito do álcool se a concentração de álcool no sangue for superior a 0,2 g/l de sangue.
- Direito Administrativo:** Lei que permite, por exemplo, que a polícia confisque no local o documento de habilitação ou o veículo de condutor alcoolizado (sem envolver um tribunal).
- Disco diagrama:** Disco inserido no tacógrafo de um veículo com a finalidade de registrar os intervalos de condução e descanso do condutor. Um disco registra o período de 24hs. No disco podem ser registrados tempo de condução, descanso, velocidade e distância percorrida.
- Disposição para pagar:** O maior valor monetário que alguém está disposto a pagar a fim de obter um determinado bem. Possivelmente o menor valor monetário que se aceita como compensação por um dano.
- Distância de detecção:** A maior distância que um objeto ou usuário na via pode ser detectado.
- Distância de segurança:** Indica a distância horizontal do bordo da pista de rolamento em relação a um obstáculo perigoso.
- Distribuição binomial negativa:** Distribuição estatística que é frequentemente usada em modelos de acidentes; é uma variante da distribuição de Poisson.
- Distribuição de força de frenagem:** Distribuição entre os eixos da força de frenagem. A distribuição da força de frenagem deve idealmente ser proporcional à distribuição do peso.
- Distribuição de luz:** O padrão de como a luz dos faróis se distribui.
- Distribuição de peso:** Distribuição de peso entre os eixos do veículo.
- Distribuição de Poisson:** Uma distribuição de probabilidade que indica a probabilidade de que uma variável A tem um de dois valores possíveis (tais como 1 se A pode ser igual a 0 ou 1). A pode ter todos os números inteiros positivos (incluindo zero) como valores. A variância na distribuição de Poisson é igual à média.
- Distribuição de probabilidade dos acidentes:** A distribuição esperada da frequência relativa do número registrado de acidentes ocorridos.
- Distribuição de transportes:** Distribuição do trabalho de transporte (medida em passageiros-quilômetro e toneladas-quilômetro) entre meios de transporte específicos em um determinado período e dentro de uma determinada área.
- Distribuição eletrônica da força de frenagem:** Distribui a força de frenagem entre os eixos dianteiro e traseiro para um efeito de travagem ideal durante frenagens bruscas.
- Distrito de concessão:** A área geográfica em que determinada concessão se aplica.
- Divisão central:** Linha na pista de rolamento que marca a divisão entre os sentidos opostos no tráfego. Quando a linha mediana for contínua, é chamada de linha de barreira e indica que não é permitido ultrapassagem.
- Divisor de trânsito:** Área que separa a via de pedestres e a ciclovia da via de automóveis.
- Documento de autorização:** Documento que comprova que o titular tem determinada licença.

- Dolly:** Reboque do caminhão com base giratória na extremidade que permite que o reboque seja puxado pelo caminhão.
- DoT:** Ministério dos Transportes dos EUA.
- Drenagem de pavimentos:** Drenos longitudinais ou transversais na superfície do pavimento para proporcionar um melhor escoamento de água e manter o atrito necessário.
- Droga:** Substância anestésica, mas é geralmente usado como um termo coletivo para substâncias narcóticas, anestésicas e analgésicas. Substâncias extraídas do ópio (morfina, metadona e heroína) e cocaína, substâncias extraídas da cânabis (haxixe, maconha), substâncias alucinógenas como o LSD e a anfetamina e substâncias sedativas e tranquilizantes; são todas substâncias consideradas drogas.
- ECE:** Comissão Econômica das Nações Unidas da Europa. ECE prepara, entre outros itens, padrões de qualidade dos cintos de segurança, sistemas de retenção para crianças e uma variedade de outros fatores técnicos veiculares.
- Economia de bem-estar:** Teoria econômica normativa sobre como a produção e o consumo devem ser organizados na comunidade para se alcançar o maior bem-estar possível.
- Edificações lindeiras:** Edificações ao longo de uma via.
- Efeito de regressão:** Diminuição do alto número de acidentes aleatórios (em um trecho de via, por exemplo) que foi (total ou parcialmente) causado pela regressão para a média e que não pode ser (ou não totalmente) atribuído às medidas implementadas.
- Elasticidade:** Um termo usado em diferentes sentidos em diferentes áreas. Em economia e estatística usa-se taxa de elasticidade para mostrar a relação entre as mudanças relativas de duas variáveis.
- Elasticidade de preço:** Número que mostra quanto a demanda percentual por um benefício muda quando o preço muda em 1 por cento.
- Epilepsia:** Perturbação paroxística e transitória das funções cerebrais, com ou sem perturbação de consciência ou convulsões.
- Equipamentos de iluminação:** Referem-se a diferentes lâmpadas e componentes elétricos utilizados para iluminação.
- Ergonomia:** Disciplina científica sobre a adaptação entre o homem, a máquina e o ambiente de trabalho. Um projeto ergonômico de uma máquina ou uma ferramenta técnica se baseia no conhecimento de anatomia humana (físico), fisiologia (funções do corpo) e psicologia (percepção da realidade).
- Escala Abreviada de Lesões:** Ver AIS.
- Escoamento de água:** Drenagem da água da superfície do pavimento.
- Espaço compartilhado:** O espaço de cidade e rua com ou sem delimitação regulamentada através de sinais, cercas e marcações. Em vez disso, são os próprios usuários de trânsito que “negociam” através de contato visual e concordam sobre quem deve dar preferência ao outro. Os usuários de trânsito deverão adaptar seu comportamento em maior medida às normas sociais e às regras de trânsito.
- Espaço de meio-fio:** A distância entre o meio-fio e o bordo da pista de rolamento.
- Espelho de animais silvestres:** Instalações (marcadores) colocadas ao longo do limite da via que reflete a luz de veículos na via à beira da floresta e, assim, deter os animais (alces) antes que atravessem na rodovia.
- Estabilidade, veículo:** Todas as características de um veículo que afetam a sua controlabilidade ou manobrabilidade. Quanto melhor estabilidade, menos provável é de o condutor perder o controle do veículo.
- Estacionamento:** Qualquer parada de veículos, mesmo que o condutor não saia do veículo, exceto paradas rápidas para embarque e desembarque, ou carga e descarga.
- Estacionamento de curta duração:** Estacionamento em que o tempo máximo permitido de estacionamento é mais curto que a carga horária normal de um dia de trabalho.
- Estacionamento de longa duração:** Estacionamento em que o tempo de estacionamento permitido excede a carga horária de um dia normal de trabalho.
- Estacionamento de meio-fio:** Estacionamento na área da via diante do meio-fio/calçada, paralelo a este.
- Estatística Bayesiana (EB):** Método estatístico para calcular os números de acidentes esperados em trechos de via como uma média ponderada do número observado de acidentes e do número de acidentes que podem ser esperados a partir de uma série de características da via (com base em modelos de regressão estatística). É usada para “suavizar” a variação aleatória e para controlar a regressão para a média em estudos antes-depois. O peso é calculado como uma função do parâmetro de dispersão.
- Estatística de acidentes:** Registro público de acidentes de trânsito com vítimas no decurso de um ano. Os acidentes são divididos por uma série de variáveis, tais como tempo, lugar, condições da rodovia, tipo de acidente, grupo de usuário de trânsito, etc.
- Estatística de causa de acidentes:** Explicação que detecta fontes de variação sistemática no número de acidentes.
- Estatisticamente confiável:** O mesmo que estatisticamente significativo.
- Estatisticamente significativo:** Um resultado de um teste estatístico é estatisticamente significativo se com uma certa segurança pode-se rejeitar a hipótese nula. A hipótese nula pode ser, por exemplo, que uma medida X tem nenhum efeito sobre o número de acidentes. Um resultado significativo sugere que a medida X, com uma segurança de 95%, por exemplo, tem um efeito sobre o número de acidentes. O intervalo de confiança (ver intervalo de confiança) não contém, neste caso, o valor zero.
- Estocástico:** Aleatório. Um fenômeno é estocástico se não ocorrer por necessidade (ver também determinístico), mas com uma certa (mais ou menos bem conhecida) probabilidade.

- Estrutura da superfície:** Está relacionada a tamanho e rugosidade das pedras em um pavimento.
- Estudo antes-depois:** Estudo que mede o impacto de uma medida comparando o fenômeno antes e após a implantação da medida.
- Estudo aprofundado de acidentes:** Análise individual da ocorrência de acidentes com a finalidade de identificar os fatores contribuintes e sua gravidade.
- Estudos de comportamento:** Indica todos os estudos sobre o comportamento dos condutores/passageiros no tráfego, incluindo, por exemplo, o estudo de velocidade, a posição na faixa, a sinalização, etc.
- Exame toxicológico:** Para detectar a presença de toxinas, substâncias tóxicas ou anestésicos no corpo, considerando uma possível responsabilidade criminal.
- Excedente:** (1) A distância entre os pneus traseiros de um veículo e a traseira do chassis do veículo ou do reboque. (2) O pedaço do cravo/prego no pneu com cravos/pregos que fica para fora do pneu.
- Excedente do consumidor:** O excesso de benefício que o consumo de um bem ou serviço oferece aos consumidores, além do que o consumo deste bem lhes custa. O excedente do consumo de cada consumidor é a diferença entre o preço máximo que ele ou ela está disposto a pagar por um item ou serviço e o preço que os consumidores realmente pagam.
- Excesso de velocidade:** Condução a uma velocidade acima que a permitida no limite de velocidade.
- Experimento:** Pesquisa realizada sob condições controladas, de modo que as variações obtidas em seu resultado poderão ser sempre restabelecidas em outro experimento de variação controlada.
- Exposição:** Neste contexto, significa ser exposto ao perigo. É utilizado na prática para designar a extensão do tráfego ou de viagens.
- Extensão da calçada:** Extensão do pavimento que reduz a distância de travessia para os pedestres.
- Externalidade:** Todos os efeitos de uma atividade que a pessoa que a executa não leva em consideração quando decide realizá-la.
- Faixa de aceleração:** Faixa auxiliar na zona de entroncamento em uma rodovia que tem por função permitir que os veículos adquiram velocidade conveniente para que se incorporem na corrente de tráfego principal.
- Faixa de acumulação:** Faixa extra para veículos em espera. Utilizado principalmente em interseções, entre outros.
- Faixa de conversão à direita:** Faixa destinada à manobra de conversão à direita.
- Faixa de conversão à esquerda:** Faixa de conversão localizada à esquerda da faixa de trânsito.
- Faixa de conversão à esquerda em via de mão dupla:** Faixa de trânsito inclusiva no meio da ilha via que permite aos veículos manobrar para virar à esquerda.
- Faixa de desaceleração:** Faixa que tem por função permitir à desaceleração dos veículos (diminuição da velocidade) quando forem sair de uma via de trânsito rápido.
- Faixa de pedestre:** faixa demarcada ao longo da via para a travessia de pedestres.
- Faixa de pedestre elevada:** faixa de pedestre que se eleva até o nível do meio-fio (cerca de 10-20 cm mais alto de que a pista de rolamento), para facilitar a travessia de pedestres e reduzir a velocidade dos veículos.
- Faixa de trânsito:** Parte da pista de rolamento destinada ao fluxo de tráfego.
- Faixa de ultrapassagem:** Faixa extra destinada à ultrapassagens.
- Faixa divisória central:** faixa de cerca de 1 metro de largura em uma via entre os sentidos de direção, estabelecida por meio de sinalização horizontal e guias sonoras.
- Faixa exclusiva:** Faixa de trânsito sinalizada destinada ao transporte coletivo, como ônibus e táxi; também pode ser utilizada por motocicleta, ciclomotor, bicicleta e veículo de emergência identificado.
- Faixa reversível:** Faixa de trânsito que pode ser utilizada tanto em um sentido quanto no outro; o sentido em que se aplica é sinalizado por diversas placas. É utilizada quando existe uma distribuição desigual de tráfego na hora do pico.
- Faixa/pista de rolamento:** A área em uma via destinada à circulação de veículos
- Faixas para veículos de alta ocupação:** faixas de trânsito reservadas para ônibus, táxis e veículos de passeio com um ou mais passageiros, durante todo o dia ou apenas durante o horário de pico.
- Faixas sonoras, guias sonoras, faixas sonorizadoras:** Ranhuras ou saliências na via que emitem um som/ruído quando transpostas para chamar a atenção do condutor; elas podem ser fresadas no pavimento ou aderidas ao pavimento novo enquanto ainda estiver quente.
- Faixas sonorizadoras com perfil senoidal:** tipo de guia sonora com perfil em formato senoidal.
- Faróis auto-ajustáveis:** Faróis de veículos que são projetados para que eles sempre se ajustem na altura corretamente, independentemente de como é a carga do veículo.
- Farol de neblina:** Luz auxiliar que é especialmente concebida para proporcionar maior visibilidade sob neblina. Ilumina cerca de 25 m na frente do veículo tem dispersão lateral extralarga.
- Fator de atrito lateral:** Indica qual fator de atrito que pode ser utilizado para manter um veículo em seu lugar na pista de rolamento durante uma curva.
- Fator de risco:** Qualquer fator que aumenta a probabilidade de um acidente ocorrer ou de sua gravidade aumentar.
- Fatores de risco especiais:** Fatores de risco que são exclusivos para locais específicos ou grupos específicos de usuários de trânsito.

- Fatores gerais de risco:** Fatores de risco que, ainda que em diferentes graus, estão presentes em toda forma de exposição e em todos os acidentes.
- FHWA:** Administração Federal das Rodovias, Estados Unidos.
- Filme d'água:** camada fina e contínua de água sobre o pavimento.
- Florescente:** Propriedade de uma substância que, sob a irradiação de luz, se torna luminescente durante o tempo de incidência da irradiação.
- Fluxo de passagem:** Parte de um fluxo de tráfego que não tem origem nem destino dentro da área onde ele flui.
- Fluxo de tráfego:** Número de unidades de tráfego que passam uma seção ou ponto em uma via em um período de tempo específico. Ver também volume diário médio anual (VDMA).
- Fluxo de tráfego com prioridade ambiental:** consiste no uso de vias existentes para a eliminação do tráfego de passagem com o objetivo de reduzir os conflitos, priorizando a função de moradia e acessibilidade da comunidade local às custas da acessibilidade para o tráfego de passagem de veículos, através de diferentes medidas técnicas e físicas.
- Foco do semáforo:** Sinais de luz na cor vermelha, amarela ou verde para regular o tráfego nas interseções ou faixas de pedestres semaforizadas.
- Formação de sulco:** Sulco longitudinal no pavimento de asfalto causado por desgaste devido ao tráfego, especialmente de pneus com cravos/preços e veículos pesados.
- Fração líquida de custo-benefício:** A relação entre o benefício menos o custo das medidas e o custo das iniciativas; positivo quando o benefício é maior que o custo.
- Freio de serviço:** Principal sistema de frenagem do veículo que deve ser capaz de frear sob quaisquer velocidade e carga. O freio de serviço é dividido em dois ou mais circuitos independentes e age sobre todas as rodas, freando totalmente quando o pedal de freio é inteiramente acionado durante um período controlado.
- Função da via:** Indica a quais propósitos uma via deve se prestar em relação ao transporte.
- Gás carbônico:** Gás incolor não tóxico, formado em parte pela queima de combustíveis fósseis no ar. O gás carbônico é armazenado na atmosfera e contribui para o aumento da temperatura. Este efeito muitas vezes é chamado de efeito estufa.
- Geometria da interseção:** Desenho geométrico da interseção.
- Geometria viária:** Alinhamento da via nos planos horizontal e vertical.
- Gestão da vida silvestre:** Medidas para preservar, aumentar, coletar ou delimitar populações de animais silvestres (a caça, por exemplo).
- Grau de determinação:** O grau de correspondência entre a realidade e um modelo matemático. É muitas vezes medido pelo quadrado do valor do coeficiente de correlação.
- Grau de explicação:** Porcentual da variação no número de acidentes, ou outra variável dependente, que é explicada por uma ou mais variáveis independentes.
- Grupo de risco:** Grupo de substâncias perigosas. Os produtos perigosos são divididos em grupos de risco.
- Grupos de usuários de trânsito:** Indica diversos tipos de usuários do trânsito, tais como pedestres, ciclistas e condutores.
- Habilitação de caminhão-tanque:** Documento que comprova que o titular pode dirigir caminhão-tanque com produtos inflamáveis. Emitido pela Direção de incêndio e explosivos ou pela chefia dos bombeiros do município.
- Hidrocarboneto:** Composto químico de hidrogênio e carbono. Um hidrocarboneto é um produto do resíduo da combustão de produtos petrolíferos.
- Homologação:** Aprovação de uma marca de fabricação específica ou tipo de veículo com base no controle de um ou mais exemplares da marca de fabricação ou modelo de veículo; abrange apenas veículos de produção em série.
- Ilha de tráfego:** Área delimitada por faixas de trânsito por todos os lados e que normalmente não pode ser utilizada pelos veículos. Utilizado para direcionar o tráfego e proteger os pedestres. Uma ilha de tráfego pode ser uma elevação delimitada por meio-fio ou pintada na via.
- Ilha central de tráfego:** Ilha de tráfego que está localizada no centro de uma rotatória. A ilha central tende a ser redonda.
- Ilha de tráfego triangular:** Ilha de tráfego que está fisicamente desenhada como um triângulo. Normalmente é utilizada em conjunto com a faixa de conversão à direita.
- Ilha tipo gota:** Ilha de trânsito em formato de gota localizada em via secundária.
- Iluminação viária:** Iluminação adaptada para iluminar a via.
- Iluminância:** A relação entre a luz refletida (medida em lúmens) sobre uma determinada superfície em m². A unidade de iluminância é o lux.
- Incerteza:** Incapacidade de quantificar a probabilidade de vários resultados possíveis de um evento ou decisão.
- Incidência:** Número de casos novos por unidade de tempo e por habitante de doença ou lesão. Está relacionada à incidência de lesões em uma população.
- Inclinação resultante:** Resultante da inclinação longitudinal e da inclinação transversal. Pode ser calculada como a hipotenusa de um triângulo retângulo em que a inclinação longitudinal e a transversal da via são retratadas como os catetos.
- Inclinação transversal:** A inclinação do pavimento na direção perpendicular ao eixo longitudinal da via. A distinção é normalmente entre inclinação transversal unilateral (inclinação na mesma direção em toda a seção transversal da via) e inclinação dupla (abaulamento).
- Indicador de desgaste:** Medido em função da profundidade do sulco dos pneus (valor mínimos de 1,6 milímetros).

Índice de acidentes: Unidade que expressa a frequência de acidentes, geralmente pelo número de acidentes por milhão de veículos-quilômetro ao ano. Também é chamado de risco de acidente.

Injury Severity Score: Ver ISS.

Inspeção de ciclovía: Revisão sistemática da qualidade das instalações cicloviárias existentes no que diz respeito à segurança, acessibilidade e operação.

Inspeção de trânsito: Uma revisão sistemática de uma nova instalação de via ou uma via existente para identificar as questões que poderiam ser um perigo para os usuários de trânsito.

Inspeção periódica: Inspeção de rotina de veículos realizada em pontos de controle ou oficina; realizada na Noruega por estações de tráfego da Administração Norueguesa de Vias Públicas, ou por oficinas credenciadas.

Instalação de serviço: Instalação lateral com serviços comerciais, com venda de combustível ou alimentação, geralmente adaptado às necessidades dos motoristas de caminhão; instituído geralmente perto das cidades e vilas principais.

Instalação lateral: Instalação que inclui, além de paradas de descanso e instalações de serviço, bolsões de estacionamento, bolsões de parada, espaços cercados, espaços de controle e recuos.

Integração de trânsito: Mistura de diferentes grupos de usuários de trânsito na mesma área, utilizada especialmente para a mistura de pedestres e ciclistas com o tráfego motorizado. Ver espaço compartilhado. O oposto de separação de tráfego.

Intelligent Cruise Control (ICC): Ver controle adaptativo de distância

Interação: Estado que os participantes individuais (por exemplo, usuários de trânsito) adaptam-se uns aos outros e, assim, alcançam um bom resultado conjunto (por exemplo, o tráfego flui bem, conflitos e colisões são evitados, etc.).

Interconexão: Denominação geral das conexões entre vias públicas, em que os principais fluxos de tráfego não se cruzam entre si no mesmo nível. O contato entre os principais fluxos de tráfego ocorre por meio de rampas de ligação.

Interpretação metodológica: A interpretação dos resultados de uma pesquisa que se baseia em como os resultados podem ser explicados por deficiências nos dados e/ou no método utilizado na pesquisa.

Interpretação substantiva: Os resultados de uma pesquisa baseados em efeitos verdadeiros e reais, expressos por relações causais.

Interseção: Área em que uma via se une ou cruza com outra via.

Interseção com canalização total: Interseção em que todas as aproximações são canalizadas.

Interseção de mecha: Interseção em desnível entre uma via primária e uma via secundária, conectadas por rampas em que a rampa por sua vez conecta-se às vias em nível (interseção em T).

Interseção em desnível: Interseção em que as vias se cruzam em níveis (planos) diferentes.

Interseção em nível: Cruzamento de duas vias no mesmo nível (sem viaduto ou túnel).

Interseção em T: Uma interseção com três pernas, de modo que as vias que se interceptam praticamente formam um T.

Interseção em trombeta: Interseção em dois níveis com geometria semelhante à de uma trombeta.

Interseção em X: interseção em nível entre quatro vias.

Interseção em Y: interseção de três vias com formato aproximado de um Y.

Interseção não canalizada: Interseção que não possui demarcação de ilhas (por meio de pintura ou fisicamente) em nenhuma das vias de acesso para direcionar/separar o tráfego.

Interseção não regulada: Interseção em que nenhuma das vias de acesso é sinalizada. A regra geral consiste em dar prioridade ao tráfego que vem pela direita.

Interseção regulada pelo direito da preferência: Interseção em que uma ou mais das vias de acesso têm que dar preferência a outro(s) fluxo(s) de trânsito; estabelecida por sinalização.

Interseção regulada por placa de “Dê a preferência”: Interseção em que um ou mais condutores têm que dar a preferência de passagem para o outro veículo.

Interseção semaforizada: Interseção na qual o tráfego é regulado por semáforo.

Interseções não regulamentadas: Interseções em que nenhuma das vias de acesso é sinalizada com “Dê a preferência” ou regulada por sinais. Aplica-se a regra geral de dar a preferência ao tráfego que vem pela direita.

Intervalo de confiança (IC): Um intervalo numérico em torno de um valor estimado. O IC 95% é, de forma simplificada, o intervalo de valores que com 95% de certeza contém o valor verdadeiro. Quanto maior o IC, mais seguro é o valor estimado.

ISS: Injury Severity Score ou Índice de Gravidade, é calculado determinando-se o valor máximo de AIS (Abreviated Injury Scale) ou Escala de Valor de Gravidade para cada uma das três (de seis) regiões do corpo mais lesionadas. A soma dos quadrados de cada um dos três valores corresponde ao valor do ISS (ISS máximo = 75).

Junção: Situação em que um fluxo de trânsito é conectado a um fluxo de trânsito diferente.

Laço: Alça em uma interseção em nível que possibilita a conversão à esquerda por meio de um loop à direita.

Largura da faixa: Largura da faixa de rolamento.

- Largura da plataforma:** Em via pavimentada a plataforma corresponde à largura entre as bordas da superfície pavimentada. Em estrada de cascalho, corresponde à largura da via. Em via com divisão central, corresponde à largura em cada lado da divisão.
- Largura da via:** A distância entre os limites laterais da via.
- Largura de acostamento:** Em via com sinalização horizontal, a largura do acostamento é medida do meio da linha de bordo até o bordo do acostamento.
- Largura de entrada:** Largura da faixa de trânsito na via de acesso a uma rotatória imediatamente antes da linha de “Dê a preferência”.
- Largura de rastro:** Indica o aumento de largura que um veículo vai embargar ao dirigir em curva, porque as rodas dianteiras e rodas traseiras não seguem o mesmo trajeto em curvas.
- Largura livre:** Largura disponível para um veículo, por exemplo, até os obstáculos laterais.
- Legislação:** Nome geral de todas as disposições que têm força legal, ou seja, a lei formal, regulamentos e disposições complementares.
- Lei de planejamento regional:** Tipo de lei de planejamento e construção que deve coordenar o planejamento e as operações estaduais e municipais na região; deve levantar questões de zoneamento de interesse nacional ou intermunicipal.
- Lei formal:** Lei aprovada pelo Parlamento. A lei formal pode dar a autoridade à gestão de adotar regras mais detalhadas que o preâmbulo contém.
- Lesão: Morto:** Pessoa morta dentro de 30 dias após o acidente. Muito grave: Lesão que ameaça a vida da pessoa um tempo, ou leva a uma lesão permanente com pelo menos 30% de grau de invalidez médica. Grave: Lesões maiores, porém sem risco de vida, mas que exigem internação de, pelo menos um dia e/ou resulta em um grau de invalidez médica de até 30%. Leve: Lesões que geralmente não necessitam de hospitalização, mas que não são insignificantes.
- Licença obrigatória:** Proibição de desenvolver determinadas atividades comerciais sem uma concessão oficial.
- Limitador de velocidade máxima:** Dispositivo técnico que torna impossível dirigir mais rápido que a velocidade máxima instalada.
- Limite de benefício:** O benefício adicional que podemos obter aumentando a utilização de recursos até um determinado limite em relação ao benefício anterior.
- Limite de construção:** Limite fixo para permissão de construção segundo zoneamento e leis viárias.
- Limite de custo:** Aumento do custo para um pequeno aumento de produção ou consumo.
- Limite de velocidade:** A mais alta (ou mais baixa) velocidade permitida em um trecho de via. Os limites de velocidade gerais da Noruega são de 50 km/h nas cidades e 80 km/h fora da cidade. Outros limites de velocidade específicos podem ser indicados por sinalização de trânsito.
- Limite de velocidade ambiental:** Redução do limite de velocidade, por sinalização, por um período limitado, em um trecho selecionado da via, onde há indícios de que a concentração de partículas no ar é alta.
- Limpeza de vegetação:** Remoção de vegetação em crescimento, geralmente em regiões florestais mais antigas, mas também ao longo das vias para tornar a área menos atrativa para a fauna residir por ali.
- Linha central:** Marcação viária longitudinal de divisão de fluxos opostos na via
- Linha central reforçada:** Sinalização horizontal no centro da via reforçada com medidas de fresagem no asfalto para proporcionar vibração no veículo que eventualmente a transpuser.
- Linha de barreira:** Linha de divisão de fluxos contínua, que indica a proibição de cruzar ou tocar na linha. Marcada como linha dupla.
- Linha de bordo:** Linha que faz a marcação do bordo da pista de rolamento.
- Linha de bordo reforçada:** Sinalização horizontal do bordo da via reforçada com medidas de fresagem no asfalto para proporcionar vibração no veículo que eventualmente a transpuser.
- Linha de parada recuada para veículos:** A linha de parada dos veículos é recuada em relação à faixa de pedestres ou à linha de parada dos ciclistas em interseções semaforizadas.
- Linha de retenção de veículos:** Ver limite de parada recuada para veículos.
- Linha divisória de fluxos:** Linha pintada na superfície pavimentada que marca a divisão entre diferentes faixas de trânsito no mesmo sentido. Quando a linha de divisão de fluxos for contínua, é chamada de linha de barreira e indica que não é permitida a troca de faixas.
- Linha preferencial:** Linha ao longo da pista de rolamento que consiste de pequenos triângulos com a ponta direcionada para o tráfego.
- Local de travessia:** Local onde os pedestres e ciclistas atravessam a via/rua.
- Local de travessia facilitada:** Lugar facilitado para os pedestres atravessarem, mas sem marcação ou placas como faixas de pedestres.
- Lombada:** Medida de redução de velocidade que utiliza ondulação artificial na pista de rolamento. Também chamada de ondulação.
- Luminância:** Energia percebida por um observador de um ponto de luz, que se determina pela razão entre a intensidade luminosa emitida na direção de observação e a área de superfície aparente, sendo a sua unidade de medida a candela por metro quadrado (cd/m²)
- Luzes de circulação diurna:** Acendem-se assim que o motor é ligado, auxiliando na identificação do veículo em meio a seu entorno.

MAIS: O valor máximo que um paciente tem na escala AIS (ver AIS).

Manutenção viária: Medidas para manter uma via em condições de operação satisfatórias em todos os sentidos.

Mão única: Regulação de tráfego que significa que em uma via ou rua somente é permitido tráfego em um sentido.

Medida de exposição: Medida da extensão do tráfego ou de viagens. Normalmente o objetivo é a contagem da quantidade de quilômetros percorridos e tempo gasto no trânsito. Também pode ser manifestada pelo número de travessias de pedestres, número de habitantes, número de veículos, etc.

Meio-fio: Colocado para delimitar ilhas de tráfego, calçadas, canteiros centrais, etc. Os materiais mais comuns são granito, concreto ou asfalto.

Melhor estimativa: Neste livro, significa a melhor estimativa do impacto das medidas preventivas no número de acidentes ou de feridos, ou seja, como a medida afeta o número de acidentes ou feridos, expressa como uma variação porcentual com base em resultados de vários estudos que são compilados por meta-análise.

Meta-análise: Método estatístico para o cálculo de médias ponderadas de efeitos estimados (por exemplo, efeitos sobre os acidentes); os efeitos são ponderados estimando o quão preciso cada efeito é.

Metodologia: O que se refere o método em uma pesquisa, incluindo os dados e a qualidade destes.

Micro-ônibus: veículo automotor para transporte de passageiros com 9-16 assentos, além do assento do condutor. A idade mínima para o condutor é de 21 anos. O veículo automotor deve ter um comprimento de no máximo 7,5 metros.

Migração de acidentes: “Passagem” ou transferência de acidentes de um local para outro como resultado de medidas de segurança viária implementadas no primeiro local.

Mini rotatória: Rotatória na qual a ilha circular central tem um diâmetro de menos de 4 m e que normalmente é construída de forma que possa ser transponível.

ML: metro linear.

Mobilidade: Termo geral para o quão rápido ou fácil é se mover no tráfego, tal como o tempo gasto por unidade de tempo e a qualidade do fluxo de tráfego.

Modalidade (estatística): Indica a forma de uma distribuição. Uma distribuição com uma corcova é unimodal, uma distribuição com duas corcovas é bimodal, etc.

Modelo de potência: Modelo que descreve a relação entre as alterações na velocidade de direção e os riscos de acidente; geralmente a mudança de risco de acidente pode ser descrita como uma função da mudança da velocidade de direção, elevada a um expoente maior que 1 para acidentes com vítimas e ainda maior para os acidentes mais graves.

Modelo de regressão: Modelo estatístico para prever valores de uma variável dependente (o número de acidentes em uma via, por exemplo) a partir de uma ou mais variáveis (as características da via, por exemplo).

Modelos de acidente: Modelos de regressão estatística (ver modelo de regressão) para estimar o número de acidentes em um trecho de via a partir de várias características da via.

Moderação de Tráfego (traffic calming): Utilização coordenada de medidas de controle de tráfego em uma área para proteger vias locais contra o tráfego de passagem e unir estas vias a uma rede viária principal, de maior capacidade.

Monóxido de carbono: Também chamado de fumaça de carvão. O monóxido de carbono é um gás incolor e inodoro produzido pela combustão incompleta de substâncias orgânicas (entre outros, produtos petrolíferos). Este gás é muito tóxico.

Motivo: O que dá uma pessoa vontade ou o desejo de realizar uma ação.

Motocicleta: Veículo motorizado com duas rodas para transporte de pessoas. Motocicleta é dividida nos grupos ciclomotor, motocicleta leve e motocicleta pesada (de acordo com a potência do motor).

Motocicleta de peso-médio: Motocicleta com potência máxima de 25 kW e uma relação entre potência e peso de no máximo 0,16 kW/kg.

Motocicleta leve: Motocicleta com mais de 125 cc e potência máxima de 11 kW.

Motocicleta pesada: Motocicleta sem limitação de potência máxima ou velocidade (eventualmente com carro lateral).

Movimento de massa: Deslizamento de terra, detritos e de argila.

Mudança de faixa: Veículos em pelo menos dois fluxos de tráfego diferentes que mudam de faixa de trânsito para se adaptar ao percurso seguinte. Alguns veículos aumentam a velocidade para entrar no fluxo de tráfego na via principal, outros a diminuem para fazer conversão para uma via lateral.

Multa: Penalidade monetária por infrações. As multas aplicadas têm o mesmo efeito que um julgamento. Há uma distinção entre procedimentos normais e simplificados. No caso de infrações de trânsito, multas com taxas fixas podem ser aplicadas no local (multa simplificada).

Multa simplificada: Multa aplicada por um policial e assinada pelo condutor no local. Tem o mesmo valor jurídico que a multa normal.

NAF: Associação Norueguesa de Automóveis

Newton: Unidade de força. Normalmente abreviado para N. Um Newton é igual à força proporcionada pela massa de 1 kg submetida à aceleração de um metro por segundo ao quadrado, isto é, $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$.

- NHTSA:** Administração de Segurança do Trânsito Rodoviário dos Estados Unidos.
- Nível de ruído:** Indica a “quantidade” de ruído a que uma área é exposta. O nível de ruído é medido em dB.
- Nível de velocidade:** Valor representativo da velocidade ao longo de um segmento de via ou em uma seção de via. O nível atual pode ser a velocidade média ou a velocidade abaixo da qual 85% dos condutores dirigem (85º percentil).
- Normas de trânsito:** Regras técnicas para a construção de vias e equipamento viário.
- NOU:** Relatórios Oficiais da Noruega
- NSB:** Ferrovias federais da Noruega
- Número de acidentes esperados:** O número médio de acidentes por unidade de tempo que pode ser esperado que ocorra no longo prazo, quando o nível de exposição e os fatores de risco são inalterados; estimado com base em modelos estatísticos e diversas variáveis de previsão de acidentes.
- Número de acidentes registrados:** O número de acidentes que ocorreram durante um período específico que é conhecido pelas autoridades.
- Números obscuros:** refere-se aos números de acidentes, crimes ou similares que não estão registrados nas estatísticas oficiais e que se tem pouco conhecimento.
- NVF:** Associação Nórdica de Técnicas Viárias
- Obstáculo:** Objeto definido, mais próximo, que está sobre a pista de rolamento ou perto da mesma.
- Obstáculo lateral:** (1) um objeto fixo ou móvel ao longo da lateral da via que pode impedir o tráfego e que reduz a capacidade da via ou (2) barreira ao lado do veículo pesado (caminhão, reboque ou semirreboque) que impede que outros usuários de trânsito ou veículos possam encaixar embaixo do veículo pesado.
- OCDE:** Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento.
- Ofuscamento:** Curto ou longo período de disfunção temporária na visão devido à exposição do olho à luz intensa à qual a retina não se adapta. Além da disfunção pelo ofuscamento, que reduz a capacidade de enxergar detalhes, há também o ofuscamento que, mesmo sem reduzir a visão, gera considerável desconforto.
- OFV:** Conselho de Informação de Tráfego Viário. Antigamente era chamado de Conselho de Informação de Tráfego de veículos.
- Onda verde:** Coordenação dos sistemas de sinalização semafórica ao longo de um trecho de via de tal modo que, quando o condutor se desloca nele a uma determinada velocidade, consegue passar por semáforos verdes sucessivos.
- Operação de inverno:** As principais medidas de operação de inverno são remover neve da via, jogar areia e salgar a via.
- Operacionalidade:** A capacidade de medir uma dimensão teórica na prática.
- Orientação de direção:** Informações em forma de placas de sinalização que mostram a rota correta para se alcançar um destino e contribuir para a realização da viagem de forma segura e eficiente, além de levar em consideração a diferenciação das características da rede viária.
- Óxido nítrico:** Gás incolor que vira dióxido de nitrogênio quando exposto ao ar. O dióxido de nitrogênio pode contribuir para a formação da névoa fotoquímica.
- Padrão viário:** Nível de qualidade em relação à via, geometria, iluminação, etc.
- Painel com mensagens variáveis:** Sinais de trânsito com mensagens que podem ser alterados ou ligados e desligados, conforme necessário.
- Painel de instrumentos:** Painel em que está instalado parte dos comandos do veículo, incluindo luzes de advertência, amperímetro, medidor de combustível, etc.
- Parada:** Indica localização para o ponto de ônibus, em que o ônibus para na pista de rolamento. A parada é sinalizada com uma placa própria para ponto de ônibus.
- Parada de descanso:** Instalação lateral que oferece aos viajantes um local para negócios e lazer; pode ter estacionamento, assentos e banheiros; às vezes pode ser usada como um espaço de controle.
- Parada de emergência:** Parada em que o condutor é forçado a parar/sair do veículo devido a uma falha no veículo.
- Parada de ônibus:** Local na via/rodovia normalmente marcado e coberto onde o ônibus para em horários de chegada e partida programados.
- Parada principal de descanso:** Parada de descanso para proporcionar a oportunidade aos viajantes de um descanso mais longo, equipada com um padrão relativamente alto e com geometria espaçosa. Deve incluir instalações sanitárias. A distância entre as paradas principais de descanso deve ser de cerca de 45 km.
- Parâmetro de propagação:** Um parâmetro que indica em qual grau uma distribuição estatística (distribuição de Poisson) apresenta variância para além daquilo que pode ser esperado de uma variação aleatória. Utilizado para calcular os pesos do Método Empírico de Bayes.
- Participação:** A participação no planejamento público da população em geral. A participação pode ocorrer de várias formas, entre outras, através da participação em reuniões abertas e grupos de trabalho que têm membros tanto das autoridades quanto da população.
- Passagem em nível:** Pode representar uma interseção em nível entre uma rodovia e a ferrovia ou uma passagem em nível para animais silvestres.
- Passagem inferior:** Travessia em desnível para o tráfego não motorizado que passa por baixo de uma via destinada ao fluxo de veículos motorizados.

Pátio de treinamento: Área restrita fechada para o tráfego geral onde alunos de autoescola podem fazer aulas práticas de direção em um sistema de trânsito construído e monitorado por uma central de controle.

Pedágio: Sistema em que um veículo só é liberado para prosseguir por uma via/rodovia mediante o pagamento de uma taxa. Existem em Bergen (desde 1986), Oslo (desde 1990) e Tondheim (desde 1991).

Pedestre: De acordo com as regras de trânsito, o pedestre é quem anda a pé, se desloca com patins, com cadeira de rodas ou em qualquer tipo de trenó, carrega a bicicleta ou ciclomotor ao lado, anda com carrinho de bebê ou usa veículos de brinquedo.

Pequena área de piquenique: Área para descanso que normalmente é equipada com pia e mesas/cadeiras. Este tipo de área é aplicável principalmente em vias com controle de acesso.

Percurso vertical: O alinhamento da via no plano vertical.

Perda de bem-estar: A perda permanente ou temporária de bem-estar.

Perfil de velocidade: Representação gráfica do nível de velocidade ao longo de uma via.

Perigo: Tudo que pode causar ferimentos graves por eventos imprevistos (tais como acidentes). Quando um acidente acontece, ele geralmente é associado à ocorrência de um perigo.

Perspicácia visual: Ver Acuidade visual.

Peso Bruto Total Combinado – PBTC: O peso de um veículo com carga.

Peso na esfera de engate: A parte do peso do reboque e da carga que é transmitida pelo engate do reboque ao veículo trator.

Peso por eixo: Designação mais antiga para a carga por eixo. Ver carga por eixo.

Pista de rolamento: Faixa da plataforma que consiste em uma ou mais faixas de trânsito adjacentes umas às outras e no mesmo plano.

Pista única: Pista com apenas uma faixa destinada ao tráfego em ambas as direções.

Plano de educação padrão: Plano de educação pública para a escola primária. Contém planos de ensino para as disciplinas específicas.

Plano de fases: Visão geral dos fluxos de tráfego em uma interseção que podem ter sinal verde simultaneamente e em que ordem os fluxos de tráfego são liberados.

Plano de visão geral: Plano mostrando as principais características da utilização do solo em uma região, em um município ou em uma parte de um município.

Plano detalhado: Tipo de plano com regulamentação sobre o planejamento viário. O Plano detalhado é equivalente ao zoneamento de acordo com a Lei de Planejamento e Construção. Deve apresentar o projeto e a localização

das vias; uma proposta de circulação de tráfego ao longo das mesmas; estabelecer quais propriedades devem estar presentes na construção das vias; e fornecer estimativas de custos de construção.

Plano estrutural para saídas: Plano mostrando o tipo de ação que o município adotará sobre as questões de fiscalização para várias partes da rede viária. A rede viária no município é dividida em seções nas quais devem se adotar: ação muito rigorosa, ação rigorosa, ação menos rigorosa e ação pouco rigorosa.

Plano municipal: Tipo de plano na lei de planejamento e urbanização que indica o desenvolvimento de locais de urbanização, infraestrutura, agricultura, áreas de natureza e lazer e outras áreas que são ou serão destinadas a fins específicos. Consiste em um elemento social (metas e estratégias de longo prazo e programa de ação) e um elemento territorial (mapas de áreas com acompanhamento de diretrizes e regulamentos estabelecidos juridicamente).

Plano principal: Tipo de plano considerado na regulamentação sobre o planejamento de uma via pública. Um plano principal mostra as principais características das vias públicas atuais, com proposta fundamentada à escolha de alternativa e padrão para a construção. Os planos devem conter avaliações de impacto e estimativas de custos. Ele deve contemplar a relação com as vias de circulação e sugestões sobre a classe de via.

Plano regional: Ver lei do planejamento regional.

Pneu radial: Pneus com paredes laterais particularmente flexíveis, mas com uma banda de rodagem bastante firme..

Pneus diagonais: Pneus cuja parede lateral rígida é combinada à parte rígida do pneu que fica em contato com o pavimento. Possui camadas de lona têxtil sobrepostas transversalmente.

Ponte: Construção que sustenta e conduz a plataforma da via sobre um vão livre de no mínimo 2,5 .

Ponto de acidente: Um trecho de via de no máximo 100m, com um mínimo de quatro acidentes com pessoas feridas relatados para os policiais em cinco anos.

Ponto de conflito: Ponto de intersecção entre fluxos de tráfego conflitantes

Ponto de encontro: Alargamento especialmente construído e sinalizado nas vias de mão única onde os veículos podem realizar manobras

Ponto de ônibus: Área/espço, na maioria das vezes, localizado ao lado da pista de rolamento, que é utilizada para embarcar e desembarcar do veículo de transporte público.

Ponto de Perigo: Um ponto da seção transversal que representará perigo à condução ou transposição. Por exemplo, taludes elevados.

Ponto de travessia em desnível para animais silvestres: Ponte ou túnel sobre/sob uma via com cerca para animais silvestres, que permite aos animais silvestres (principalmente alces e outros cervídeos) atravessar a via.

- Ponto-ATK:** Controle automático de velocidade que mede a velocidade em um ponto de monitoramento (câmeras de velocidade).
- Portal:** Barras verticais em cada lado da via que sustentam uma barra horizontal. Os portais são normalmente configurados para acomodar grandes painéis de informações acima da pista de rolamento.
- Poste colapsível:** Poste de iluminação que facilmente se rompe em caso de colisão. Como regra geral, há uma junção “fraca” logo acima da fundação.
- Poste deformável:** Postes flexíveis construídos para que, em caso de colisão, tornem-se suaves e flexíveis, mas se mantenham ancorados na fundação.
- Posto de fiscalização:** Grande posto de controle para testes de alcoolemia; implementado, entre outros, na Austrália, com um ônibus visivelmente sinalizado e pintado com os dizeres *booze bus* (“ônibus do álcool”).
- Potência do motor:** Efeito máximo do motor medido em quilowatts (kW; 1 kW = 1,36 hp).
- Povoamento escasso:** Inclui áreas fora das cidades, vilas e áreas com construções esparsas..
- Preferência:** Classificação de dois ou mais objetos ou resultados de acordo com sua conveniência.
- Prevalência:** A prevalência de doença ou lesão em uma população.
- Prevenção individual:** O efeito das leis e punições na propensão do infrator de repetir a violação.
- Prevenção por intimidação:** O impacto das leis e das ações penais no público em geral, ou seja, a frequência de violações em um grupo específico.
- Princípio de “alimentação”:** Princípio para localização de vias coletoras e vias de acesso em relação umas às outras. Na “alimentação interna”, a via coletora passa através do núcleo de uma área e pode ser acessada através das vias de acesso com que ela cruza. Na “alimentação externa”, a via coletora passa no limite exterior de uma área que possa ser alcançada pelas vias de acesso.
- Prioridade semaforica:** Sinalização em que as diferentes vias de acesso/fluxos de trânsito podem receber diferentes prioridades em um semáforo (por exemplo, por meio do prolongamento do tempo de verde devido à aproximação de um veículo de transporte coletivo).
- Probabilidade:** A probabilidade de um evento é a frequência relativa com que o evento ocorre no longo de um grande número de experimentos em que o evento é um dos vários possíveis resultados de cada ensaio.
- Produção de viagens:** Número de rotas/viagens indo para e saindo de uma área.
- Prognóstico:** Declarações sobre futuros desenvolvimentos, com base na experiência anterior e certas suposições sobre os fatores que se acredita influenciarão a evolução. Os prognósticos são elaborados por meio da projeção de tendências (previsão de tendências).
- Projeto geométrico:** O projeto que define os detalhes geométricos das vias como curvas horizontais, curvas verticais, seções transversais das vias e conexões com outras vias.
- Proprietário da via:** Quem cobre as despesas da construção e manutenção da via.
- Proteção contra colisão instalada no veículo:** Ver proteção contra colisão.
- Proteção contra colisão, instalada:** Partes do veículo que absorverão impactos e protegerão contra lesões em uma colisão com outro veículo ou obstáculo fixo.
- Quantidade de tráfego:** O produto entre o número de veículos (unidades de tráfego) e a distância pela qual eles se deslocam.
- Quebra-mola:** Ver lombada (ondulação).
- Quebra-ondas:** Pás longitudinais ou transversais dentro do tanque de caminhões-tanque para evitar o deslocamento da carga líquida especialmente em curvas.
- Quickclay:** Um tipo de argila cuja salinidade diminui ao longo do tempo, o que pode fazer com que a argila se torne líquida (avalanches de *quickclay*), se for submetida a determinada carga e perturbação.
- Racionalidade:** A capacidade de formar opiniões e tomar decisões. Usado em economia geralmente como sinônimo de maximização da utilidade, ou seja, ações que promovem as preferências ou metas máximas do indivíduo.
- Radar:** Aparelho que mede a velocidade de veículos que passam em determinado trecho de via.
- Raio da curva horizontal:** O raio de um arco na projeção horizontal da via
- Raio da curva vertical:** O raio da curva em uma curva vertical.
- Rampa:** Via de conexão entre vias que se cruzam em uma interseção em desnível. Rampa de entrada: Para o tráfego que entra na via principal. Rampa de saída: Para o tráfego que sai da via principal.
- Rampa de superelevação:** A via utilizada para a distribuição da superelevação.
- Randomização:** Divisão aleatória de uma quantidade em subgrupos.
- Reboque:** veículo destinado a ser engatado atrás de um veículo automotor. Possui geralmente dois ou mais conjuntos de rodas e um sistema de engate ligado ao conjunto dianteiro de rodas que é rotativo, servindo como rodas de direção.
- Recuo:** Espaço destinado à manobra dos veículos.
- Rede cicloviária:** Rede viária para ciclistas que pode consistir em vias com tráfego misto, ciclofaixas e ciclovias segregadas.
- Rede viária *grid-iron* ou ortogonal:** Rede viária com vias perpendiculares entre si e interseções em X; existem mais em áreas urbanas densamente povoadas.

Rede viária local: Rede viária destinada ao tráfego local.

Refletor lateral: Elemento reflexivo visível instalado do lado do veículo.

Refletores de pista de rolamento: Elementos de vidro matizado inseridos no asfalto que refletem a luz dos faróis.

Refúgio: Divisor de trânsito; o termo é usado principalmente em relação a cruzamentos em áreas urbanas ou com faixa de pedestres. O refúgio em uma faixa de pedestres é uma área entre os sentidos opostos de tráfego em que os pedestres podem esperar enquanto cruzam a via.

Registro automático de acidente: Sistema no veículo que, em caso de acidente, envia informações automaticamente para a central de resgate.

Registro de acidente: Consiste no envio de formulários para notificação de acidentes de trânsito para uma unidade central (Escritório Central de Estatística, na Noruega).

Regras de direção e descanso: Regras públicas que limitam o trabalho contínuo do caminhoneiro e estipulam um tempo mínimo de descanso obrigatório, incluindo interrupções na condução.

Regressão para a média: Se em um período houve um número excepcionalmente alto (ou baixo) (de acidentes, por exemplo) devido à variação aleatória, o mais provável é que em um período subsequente observe-se um número que é mais próximo da média do que no primeiro período.

Regulagem de farol: Regulagem de altura e direção dos faróis. Erros comuns de configuração são faróis apontando alto demais, que ofuscam a visão do tráfego no sentido oposto, ou apontando baixo demais, que reduzem o campo de visão.

Regulamentação: Regra ou regulamento governamental emitido por um órgão administrativo com base na lei aprovada pelo Parlamento. Tem o mesmo valor jurídico que uma lei formal.

Regulamentação de “Dê a preferência”: Situação em que as várias vias de acesso ou movimentos de conversão em um cruzamento são regulados por placas de “Dê a preferência”.

Regulamentação de interseção: Forma de regulamentação do tráfego em uma interseção. Distingue-se entre 1) Regra da mão direita, 2) Dê a preferência, 3) Sinalização de “Pare”, 4) Rotatória e 5) Semáforo.

Regulamentação de preferencial: Via sinalizada com a placa 206, Via preferencial.

Regulamentação de trânsito: Classificação de trânsito (trânsito viário) para as leis específicas, utilizando sinalização vertical, sinalização horizontal e sinalização semafórica.

Regulamentos dos veículos: Regras públicas emitidas sobre o projeto técnico de veículos e seus equipamentos.

Reincidência: Recaída, taxa de recorrência. Muitas vezes utilizada para manifestar a taxa de condutores alcoolizados que, depois de certo tempo, são novamente presos por dirigir alcoolizados.

Relação custo-benefício: O benefício estimado de uma medida dividido pelo custo estimado da medida. Também chamado de valor de custo-benefício.

Relação V/C (volume-capacidade): A relação entre o volume de tráfego e a capacidade de carregamento referente a um cruzamento ou trecho de via.

Relatório viário: Tipo de plano na regulamentação do planejamento viário. Um relatório viário fornecerá uma avaliação da necessidade de construção de vias em uma área restrita e discutirá os efeitos das medidas atuais de construção de vias. O relatório viário também pode ser uma análise de questões específicas e de técnicas de trânsito.

Representatividade: A semelhança de uma amostra com a população da qual que foi retirada.

Resíduo: A parte da variação no número de acidentes ou de outra variável dependente que não é explicada por uma ou mais variáveis conhecidas.

Retrorefletor: Material que lança a maior parte da luz a que é exposto de volta à fonte de luz.

Risco: A possibilidade de um evento não desejado acontecer. O risco de acidente normalmente é quantificado pelo número de acidentes dividido pela exposição (no escopo do tráfego). O risco de lesão no trânsito normalmente é quantificado pelo número de pessoas feridas dividido pelo número de passageiros-quilômetro.

Risco à saúde: O risco à saúde associado a uma atividade expressa o quão proeminente ela é como causa de morte ou lesões em uma população. O risco à saúde indica o número de mortos (ou feridos) em determinada atividade em relação ao tamanho da população, tal como na taxa de mortes por 100 000 habitantes.

Risco de acidente de saída de pista: Utilizado para identificar as curvas com alto risco de acidentes de saída de pista.

Risco de detecção: A probabilidade de ser detectado por uma infração de trânsito calculada em relação à quantidade total de infrações cometidas.

Risco para terceiros: Se o foco for os ocupantes de um veículo A, o risco para terceiros é o risco de lesões para os ocupantes do veículo B com o qual o veículo A colide.

Risco próprio ou pessoal: Risco de sofrer lesões no próprio veículo (em oposição ao risco para terceiros; ver risco para terceiros).

Risco sistemático: O risco sistemático expressa o quão perigosa é uma determinada atividade ou sistema. O risco sistemático é indicado como o número de mortos (ou feridos) em relação à duração da atividade, ou uma medida da quantidade de atividade.

Rodovia: Via que não atende aos requisitos de normas viárias do padrão de autoestradas, mas sem conexão direta com as propriedades ao longo da via e reservada veículos automotores.

Rodovia com controle de saídas: Tipo de rodovia onde são permitidas saídas em número limitado, e onde estas são parte de um número total de plano de saídas.

- Rodovia de múltiplas faixas:** Via com três ou mais faixas em cada sentido, com ou sem separação física entre as faixas destinadas para o tráfego de sentido oposto.
- Rodovia sem saídas:** Rodovia com ausência de saídas diretas para propriedades adjacentes ao longo da via
- Rota de bicicleta:** Ruas/vias com o fluxo facilitado para bicicletas entre dois pontos. Pode incluir a rede principal para os ciclistas e a rede local para os ciclistas.
- Rotatória:** Designação de uma interseção em nível em que a conexão entre as vias acontece por tráfego de mão única em volta de uma ilha central de diâmetro maior ou menor.
- Rua de pedestres:** Rua normalmente reservada para pedestres e ciclistas.
- Rua sem saída:** Rua em que não há possibilidade de tráfego de passagem.
- Rugosidade das vias:** Variação na superfície de uma via entre 50 e 500 mm medida com o IRI (International Roughness Index, ou Índice Internacional de Rugosidade).
- Ruído do tráfego:** Ruído devido ao tráfego viário.
- SAE:** Sociedade de Engenheiros Automotivos, EUA.
- Saída:** Conexão executável entre uma rede viária e uma propriedade ou um número limitado de propriedades.
- Saída coletora:** O acesso a várias atividades ao longo da via é coletado em uma única saída comum.
- Saída comum:** Saída comum para várias atividades localizadas ao longo de uma rodovia.
- Saída da interseção:** Parte da via que leva o tráfego para fora de uma interseção (os veículos saindo de uma rotatória, por exemplo).
- SAV:** Ver Suporte Avançado à Vida
- Seção transversal da via:** Corte perpendicular ao eixo longitudinal da via; descreve a largura da via, o número de faixas, a largura das faixas de tráfego, do acostamento e o tipo de divisão central.
- Segmento de via livre:** Indica a parte da rede viária localizada fora das áreas de interseção.
- Segurança ativa:** Características do veículo que influenciam sua probabilidade de se envolver em um acidente.
- Segurança objetiva:** Ver segurança viária.
- Segurança passiva:** Características dos veículos que afetam a gravidade dos ferimentos em acidentes
- Segurança subjetiva:** Ver sensação de segurança.
- Segurança viária:** Ausência de acidentes e lesões no trânsito. Pode ser quantificada a partir do número de acidentes e lesões que ocorrem em relação à exposição. Ver risco.
- Seguro:** Proteção contra perdas financeiras, geralmente grandes e imprevistas, resultantes de acidentes, estimulada pela proliferação de risco dessas perdas entre os indivíduos.
- Seguro de danos materiais:** Seguro voluntário que cobre danos dos próprios veículos em acidentes em que o próprio condutor pode ser responsabilizado.
- Seguro de responsabilidade civil:** Abrange todos os danos pessoais e materiais causados a terceiros.
- Seleção dinâmica de rota:** Informações disponíveis por meio de sinalização ou enviadas diretamente ao condutor que influenciam sua escolha de rota.
- Semáforo primário:** O primeiro semáforo para um fluxo de tráfego que os usuários encontram ao chegarem em uma área regulada por semáforos.
- Semáforo repetidor:** semáforo que apresenta a mesma programação visual que o semáforo primário; instalado após, abaixo ou lateralmente ao semáforo primário.
- Semirreboque:** veículo de um ou mais eixos que se apoia na sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação. Possui um só conjunto de rodas, assentando ao veículo trator sobre a plataforma do veículo trator.
- Sensação de segurança:** Segurança subjetiva é a sensação ou experiência de segurança do usuário de trânsito, ou seja, como as pessoas vivenciam o risco de acidentes.
- Sensibilidade do desvio:** Indica o quanto a média em uma distribuição é afetada por um único resultado altamente anômalo (do inglês *outlier bias*).
- Sensor de mudança de faixa (Lane Departure Warning-L-DW):** Sistema de apoio ao condutor que o alerta quando o veículo está prestes a cruzar a linha divisória de fluxo em uma situação em que o condutor não tem a intenção de mudar de faixa de tráfego.
- Separação:** A separação física entre o tráfego de veículos e o tráfego de pedestres e bicicletas. A separação é geralmente feita por construção de vias exclusivas para pedestre e ciclovias. A palavra é, por vezes, também utilizada sobre a separação física entre o tráfego de veículos de passeio e transporte coletivo.
- Significativo:** Ver estatisticamente significativo.
- Simulador de direção veicular:** Dispositivo que artificialmente produz uma situação que em um ou mais aspectos imita uma situação de trânsito real para o condutor.
- Sinalização de obra viária:** Medidas para avisar os usuários de trânsito sobre obras viárias e tornar o local de trabalho seguro. Podem incluir, entre outros, sinais de perigo, diminuição do limite de velocidade e isolamento do local da obra.
- Sinalização horizontal:** Marcação de linhas e símbolos na superfície da pista de rolamento para levar os usuários ao uso correto da pista de rolamento e hábitos de direção adequados.
- Sinalização horizontal perfilada:** Linha marcada com perfis transversais elevados; que produzem vibrações e ruído quando transposta (mais fracos que guias sonoras).
- Sinalização variável:** Dispositivo de controle geralmente com vários sinais de trânsito com controle manual ou automático que regulam ou alertam o tráfego.

Sistema antitravamento de freios: Ver ABS

Sistema de apoio ao condutor: Sistema eletrônico em veículos que emite informações, alerta o condutor ou altera a velocidade e direção do veículo, geralmente com o objetivo de melhorar a segurança ou a capacidade de manobra.

Sistema de pontuação: Sistema no qual as infrações de trânsito são registradas em termos de “pontos” na carteira de habilitação. A carteira de habilitação é recolhida após um determinado número de pontos registrados.

Sistema de travagem por inércia: Sistema de frenagem ativado quando o reboque exerce um “empuxo” sobre a unidade tratora.

Sobre-esterçamento: Indica que a traseira do veículo “se opõe” a uma manobra de conversão forçando o veículo a seguir um raio de giro maior.

Sports Utility Vehicle (SUV): Veículo de passeio com centro de gravidade alto que é adequado para condução em terreno mais irregular.

SSB: Escritório de Estatística da Noruega.

Sub-esterçamento: Indica que a frente de um veículo percorrerá um raio de giro maior que a parte traseira.

Subnotificação: Registro faltante ou incompleto de informações na estatística oficial (ver números obscuros).

Substancial: O que diz respeito ao conteúdo de uma investigação, o assunto tratado pela pesquisa.

Superelevação: Diferença de altura entre o canto externo e o canto interno em uma curva.

Superestrutura: Proteção nas vias contra avalanches. Ou os detritos passam por baixo da via ou a via é rebaixada; a parede voltada para fora pode ter aberturas ou estar completamente fechada.

Suporte Avançado à Vida (SAV): Estratégia de tratamento em medicina de emergência em que os feridos recebem tratamento médico profissional (incluindo tratamento invasivo) de especialistas em emergência ou médicos no local do acidente.

Suporte Básico de Vida (SBV): Estratégia de atendimento de resgate em que os feridos são transportados o mais rápido possível para o hospital mais próximo; no local do acidente e durante o transporte são feitos somente procedimentos não invasivos para garantir a sobrevivência dos feridos.

Suspensão: Dispositivo para a fixação das rodas ao corpo do veículo. Afeta a dirigibilidade. A energia absorvida pelo veículo devido ao impacto é armazenada antes que seja convertida em energia cinética na direção oposta.

Suspensão da carteira de habilitação: Ver suspensão do direito de dirigir.

Suspensão do direito de dirigir: Geralmente significa a perda temporária do direito de dirigir como sanção por dirigir alcoolizado ou por excesso de pontos na carteira de habilitação.

SUV: Ver Sports Utility Vehicle.

Tacógrafo: Dispositivo no veículo que pode monitorar e registrar a velocidade do veículo, o tempo de condução, o tempo de parada e a distância percorrida, de modo a possibilitar o controle.

Tarifação viária: Um instrumento de regulação de trânsito pelo qual os usuários têm de pagar uma taxa para usar certos trechos da rede viária em horários específicos.

Taxa: Valor cobrado pelo serviço público por infração ou negligência no pagamento de alguma taxa obrigatória. As multas são cobradas, por exemplo, por excesso de carga, falta de uso do cinto de segurança, falta de uso do capacete e estacionamento indevido. Taxas sobre multas são cobradas quando, por exemplo, uma multa de estacionamento comum não é paga. A imposição da taxa sobre uma multa não é registrada como uma nova multa.

Taxa de juros: Taxa pública fixada para calcular o valor dos benefícios ou custos futuros, comparáveis com benefícios ou custos equivalentes no presente.

Taxa de notificação: A porcentagem de acidentes que são incluídos nas estatísticas oficiais.

Telemedicina: Consulta a especialistas por pessoas no local do acidente utilizando a telecomunicação.

Tempo de ciclo: O tempo que um semáforo leva para fornecer a todos os fluxos de tráfego o sinal verde uma vez. Alguns fluxos de tráfego podem obter luz verde várias vezes dentro do tempo de ciclo.

Tempo de inatividade: Tempo que o veículo está parado. Gravado pelo tacógrafo.

Tempo de viagem: O tempo que um veículo ou uma pessoa gasta para viajar entre dois pontos quando estão incluídas paradas eventuais.

Tendência: Padrão sistemático de mudança ao longo do tempo.

Teoria de bem-estar: Suposições sobre o que determina o nível de bem-estar de um indivíduo ou da sociedade em geral.

Terminal da barreira de proteção: Término da barreira de proteção; pode ser reto, rebaixado no chão ou ancorado no chão atrás da barreira.

Teste de alcoolemia: Controle da polícia com teste de alcoolemia; sistemático ou aleatório por algumas patrulhas da polícia, em ponto de fiscalização estacionário ou em pontos de fiscalização maiores.

Teste de ar expirado: Método para medir a concentração de álcool no sangue utilizando uma amostra de ar exalado. Também chamado de teste do bafômetro.

Teste de colisão: Ensaios controlados com veículos de teste e eventualmente manequins padronizados para medir a atuação das forças nos veículos e em seus ocupantes em colisões, de modo a estimar os danos causados aos veículos e as lesões causadas às pessoas.

Tipo de área: Descrição da paisagem e do povoamento através da qual a via passa.

Tipo de interseção: As várias formas de interseção.

Tipo de veículo: Definição de veículo, utilizada para o dimensionamento das vias. Pode ser um veículo de passeio, um caminhão-tractor, um ônibus ou caminhão.

Tipo de via: Divisão da rede viária em diferentes tipos, dependendo da função que as diferentes vias devem ter.

Trabalho de transporte: O produto de número de pessoas (ou quantidade de toneladas de mercadorias) que são deslocados e a distância pela qual são transportados.

Tração: Ver controle de tração (TCS ou Traction Control)

Trafego Diário de Verão: O volume total de tráfego (VDM) que passa em uma seção de uma via nos meses de junho, julho e agosto, dividido por 365/4 (período de verão no hemisfério norte).

Tráfego misto: Tráfego com diferentes tipos de usuários tais como tráfego, motorizado e não motorizado, tráfego de passagem e tráfego local trafegando na mesma área da via.

Transporte coletivo: Transporte de passageiros em unidades de tráfego maiores, como bonde, ônibus e táxi.

Trator: Veículo pesado utilizado para puxar um semirreboque.

Trava antiálcool: Bafômetro conectado à ignição do veículo; o motor somente poderá ser ligado depois de ter sido emitido um teste negativo da presença de álcool.

Trava de cinto de segurança: Impedimento do funcionamento do veículo enquanto todos os passageiros não estiverem com o cinto de segurança afivelado.

Travamento de roda: O travamento ocorre quando as rodas não giram mais livremente, por exemplo, devido a uma frenagem brusca. O bloqueio das rodas dianteiras leva à perda de controle, e o bloqueio das rodas traseiras leva a derrapagens.

Trecho de acidente: Um trecho de no máximo 1 km, com um mínimo de 10 acidentes com feridos relatados para a polícia em cinco anos; pode incluir um ou mais pontos de acidente, mas também pode ser caracterizado por um padrão de acidentes disperso ao longo de todo o trecho.

Trecho de convergência: Trecho em que duas correntes de tráfego convergem em uma de acordo com a regulamentação de trânsito.

Trecho de mudança de faixa: Trecho com pelo menos duas faixas de trânsito paralelas onde a troca entre elas é possível.

Treinamento continuado (Educação continuada): Consiste em continuar treinando depois de adquirir uma formação completa. Com treinamento contínuo alcança-se grande resistência à perda das habilidades aprendidas. O treinamento contínuo é comum e típico do comportamento para usuários de trânsito.

Trevo de quatro folhas: Interseção em desnível com rampas para o fluxo reto e alta em cada um dos quadrantes para a conexão entre as vias.

Triângulo de visibilidade: Área na interseção que, de acordo com regras específicas, garante visão adequada ao condutor.

Túnel: Construção que leva a via em uma passagem subterrânea ou debaixo d'água.

TØI: Instituto de Economia de Transportes.

UAG, grupo de análise de acidentes: Grupos da Agência de Administração de Vias Públicas da Noruega que investigam acidentes de trânsito fatais.

Unidade de Luminância: Unidade de medida de luminosidade do Sistema Internacional equivalente à iluminação de uma superfície de 1 metro quadrado sob o fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído [Símb.: lx]

UPM: Unidade de Policiamento móvel.

Uso e ocupação do solo: Plano de como uma área definida deverá ser explorada.

Usuário de trânsito: Qualquer um que se desloca em uma via ou em veículo na via.

Usuário de trânsito desprotegido: Usuários de trânsito que, em colisão com outros usuários de trânsito, não estão envolvidos por nenhum tipo de proteção. É muitas vezes utilizado como um termo comum para pedestres, ciclistas, motociclistas e condutores de ciclomoteres.

Usuário vulnerável de trânsito: Ver usuário de trânsito desprotegido.

Validade: O grau de concordância entre o resultado de um teste e a realidade que o resultado deveria descrever. Ver também validade estatística, validade teórica, validade interna e validade externa.

Validade estatística: A medida em que os métodos estatísticos utilizados em um estudo são adequados para levar a conclusões válidas (ver validade).

Validade externa: Em qual medida os resultados de um estudo empírico podem ser generalizados para outros elementos que não os incluídos no estudo (por exemplo, para outras partes da via que não aquela para a qual os estudos foram realizados).

Validade interna: A possibilidade de extrair conclusões de que existe uma relação causal entre duas ou mais variáveis em uma pesquisa.

Validade teórica: O grau de correlação entre os resultados de uma pesquisa e uma teoria que explica os resultados.

Valor esperado: O valor médio de uma variável aleatória, ou seja, o valor que ela assumirá em longo prazo.

Valor presente: O valor dos benefícios e custos futuros trazido para os dias atuais. O valor presente é obtido descontando benefícios e custos futuros por meio de uma taxa de juros. Um exemplo é: se um indivíduo precisar de 100 NOK daqui a 10 anos, não é necessário depositar 100 NOK no banco hoje. Devido aos juros, é suficiente inserir menos hoje. O valor que o indivíduo teria que depositar nos dias de hoje para ter 100 NOK daqui a cerca de 10 anos é o valor presente de 100 NOK em 10 anos.

- Valorização:** Conversão de um valor não econômico, como uma condição de saúde, para um valor econômico, expresso em dinheiro.
- Válvula de frenagem hidráulica:** Válvula que regula automaticamente o fornecimento de ar comprimido para os cilindros dos freios traseiros em veículos com freios hidráulicos pneumáticos, para que seja mantida a relação ideal entre a força de frenagem e a carga do eixo e para que as rodas traseiras não travem durante a frenagem.
- Válvula do freio:** Válvula que abre o bombeamento do reservatório de ar comprimido e, assim, ativa os cilindros de freio que operam nos sistemas de frenagem mecânicos ou hidráulicos dos veículos. A válvula se abre quando o pedal de freio é pressionado.
- Van:** Veículos para o transporte de pessoas ou de mercadorias, geralmente no mesmo tipo de plataforma que o veículo de passeio, porém maior.
- Varição aleatória no número de acidentes:** Variação do número de acidentes registrados que não pode ser explicada por variáveis conhecidas; variação em torno de um determinado número esperado de acidentes.
- Varição sistemática no número de acidentes:** Variação no número esperado de acidentes, que não são fruto do acaso, mas que podem ser explicados estatisticamente por uma ou mais variáveis preditivas.
- Variância:** O quadrado dos desvios médios entre os valores de uma variável e seu valor médio; a variância é maior quanto mais ampla for a distribuição da variável.
- Variável:** De maneira simples, pode-se dizer que é uma letra ou símbolo (X, por exemplo) utilizado para representar determinadas quantidades (x_1 , x_2 , ..., por exemplo) em equações e modelos matemáticos.
- Variável de controle:** Ao examinar a relação entre uma variável independente A e uma variável dependente B, uma variável de controle é uma terceira variável que (possivelmente) afeta a relação entre A e B. Sem o controle de uma variável de controle relevante, a relação entre A e B pode ser interpretada erroneamente.
- Variável dependente:** Variável que é influenciada por outra variável (independente); fator que procura explicar a variação de um ou mais fatores.
- Variável intermediária:** Variável situada entre duas outras em uma cadeia causal, utilizada quando a correlação direta entre as duas variáveis entre as quais ela está situada é difícil de medir.
- Variável preditiva:** Variável utilizada em modelos estatísticos para prever (estimar) valores de outra variável (por exemplo, se for prever o número de acidentes a partir da curvatura e largura da via).
- Veículo:** Equipamento destinado a deslocar-se pela superfície sem trilhos.
- Veículo combinado:** Veículo que é adaptado principalmente para o transporte de pessoas e bens, tendo pelo menos um banco atrás do condutor e uma parede sólida entre o condutor/passageiro e o compartimento de bens/caçamba.
- Veículo de carga:** Veículo destinado ao transporte de carga, podendo transportar dois passageiros, exclusive o condutor.
- Veículo de projeto:** Veículo com dimensões características típicas do grupo que representa.
- Veículo motorizado:** Os veículos que são movidos por motor.
- Veículo pesado:** Veículo com comprimento maior que 5,6 m ou um peso bruto total combinado superior a 3,5 toneladas.
- Veículo pesado de carga:** Caminhão com reboque, semirreboque ou trator com outras combinações de pelo menos dois veículos pesados.
- Veículo trator:** Veículo que é principalmente adaptado para rebocar outro veículo, ou um reboque.
- Velocidade:** Distância percorrida por unidade de tempo. Normalmente medida em quilômetros por hora (km/h).
- Velocidade de condução:** Relação entre a extensão da via em que se dirige e o tempo de viagem de um condutor, incluindo paradas ao longo da via.
- Velocidade de projeto:** A velocidade estipulada como base para o projeto geométrico da via.
- Via 2+1:** Via com três faixas, sendo uma faixa ampla em cada sentido e uma faixa de ultrapassagem alternada entre ambas as direções.
- Via Ambiental:** Via em área urbana que é construída com o objetivo de reduzir a velocidade e tornar o ambiente mais agradável. Anteriormente era chamada de via de prioridade ambiental, passagem com prioridade ambiental.
- Via coletora:** Via que coleta o tráfego de duas ou mais vias locais. As vias coletoras formam o segundo degrau mais baixo da rede viária para veículos motorizados. Vias coletoras devem ser construídas de modo que velocidade de condução natural seja entre 50-60 km/h.
- Via de acesso:** Via que dá acesso a propriedades adjacentes. As vias de acesso normalmente podem ser utilizadas por todos os usuários e devem ser construídas visando a velocidade máxima de 30 km/h para veículos motorizados.
- Via de bicicleta:** Pista de rolamento destinada para ciclistas em áreas suburbanas, nas quais as entregas de mercadoria geralmente são permitidas em períodos de tempo específicos. Pode ser utilizada como parte da rede cicloviária principal ou para priorizar a bicicleta.
- Via de mão dupla:** Via onde há duas faixas de trânsito contínuas, uma em cada sentido.
- Via de pedestres/ciclovía:** Via devidamente sinalizada que é destinada ao tráfego de pedestres e ciclistas. A via de pedestres/ciclovía é separada da outra via por meio de gramado, vala, cerca, meio-fio ou outra forma.
- Via de pedestres:** Via que através de sinalização de trânsito é destinada aos pedestres. A via é separada da outra via por meio de gramado, vala, cerca, meio-fio ou de outra forma.
- Via de transporte coletivo:** Via onde apenas é permitido o transporte coletivo, como bonde, ônibus e táxi.

- Via federal:** Via pública sob jurisdição do Ministério de Transportes e Comunicação e Administração Norueguesa de Vias Públicas. Inclui vias europeias e vias nacionais.
- Via lateral:** Via que se aproxima/cruza com outra via.
- Via local:** Via destinada ao tráfego local dentro de uma área limitada.
- Via municipal:** Via pública sobre a qual a autoridade municipal (ou quem ela nomeia) é a autoridade.
- Via preferencial:** Via cujo fluxo nas interseções tem prioridade de passagem.
- Via primária:** Via em uma interseção a qual não precisa ceder a preferência e que tende ter a função superior.
- Via principal:** Via que, em 31 de dezembro de 2009, foi introduzida na rede viária nacional definida no país (na Noruega). 7,566 km de via nacional foram definidos como via principal. O termo foi em 2010 substituído por via nacional.
- Via regional:** Via pública controlada por autoridade viária regional, por exemplo. Uma via regional também pode ser delegada à administração municipal.
- Via residencial:** Via que dá acesso a residências.
- Via rural:** Vias em áreas com povoamento disperso e fora de áreas urbanizadas.
- Via secundária:** Via com função subordinada em relação a outra via (via primária). O termo é utilizado na maioria das vezes em relação a interseções e rede viária.
- Viés (estatística):** Uma distribuição é enviesada se ela apresenta uma “cauda” em uma direção, ou seja, se significativamente mais resultados estão acima da média do que abaixo da média, por exemplo.
- Visão de encontro:** Campo de visão livre para um veículo com altura especificada, dirigindo no sentido oposto na mesma faixa de trânsito. A distância entre os dois veículos deve ser suficiente para que ambos os veículos possam ser capazes de parar em uma distância segura um do outro.
- Visão em profundidade:** Capacidade de ver tridimensionalmente. Apenas as pessoas com visão nos dois olhos têm esta capacidade. A visão em profundidade é particularmente importante para um bom julgamento da distância.
- Visão noturna:** Capacidade de ver quando a luz (natural ou artificial) está muito baixa.
- Volume de tráfego:** O mesmo que o fluxo de tráfego, ou seja, o número de veículos que passam um ponto da via durante um período específico.
- Volume diário médio anual (VDMA):** O número total de veículos que passam por uma seção de uma via durante um ano, dividido por 365.
- Zona de baixa emissão:** Área geograficamente delimitada onde as autoridades locais tentam melhorar a qualidade do ar por meio de incentivos atribuídos conforme as características de emissões dos veículos.
- Zona de entrada:** Indica a parte do túnel que se situa logo após a entrada do túnel. Seu comprimento pode variar entre 40 e 75 m, dependendo do limite de velocidade, e é definido em função da iluminação.
- Zona de segurança:** Uma área fora da pista de rolamento onde não deveria haver perigos como obstáculos laterais, declives acentuados ou similares. Dentro da zona de segurança, os perigos devem ser removidos ou substituídos por obstáculos flexíveis, ou protegidos com barreira de proteção ou amortecedor.
- Zona de transição:** Zona de iluminação em um túnel situada entre a entrada e seu interior.
- Zona urbana:** Área onde o uso do solo é tipicamente urbano e estruturado em quadras.
- Zoneamento:** Tipo de plano no Código da Construção Civil (lei de planejamento). Plano detalhado com provisões que regulam o uso, a proteção e o desenho das áreas e do ambiente físico em um município.

Índice remissivo

- ABS** 57, 58, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 536, 623, 624, 627, 631, 640, 655, 657, 663, 664, 665, 681, 682, 692, 694, 698, 708, 1021
- acidente no inverno** 495
- Acordo ADR** 651
- acostamento** 140, 142, 156, 157, 158, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 163, 168, 170, 171, 172, 177, 233, 234, 275, 385, 450, 460, 850
- acuidade visual** 739, 741, 742, 744, 746, 747, 1018
- adaptação inteligente da velocidade** 671, 676, 896
- aderência** 154, 271, 273, 274, 275, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 285, 292, 293, 294, 295, 297, 298, 302, 491, 493, 499, 540, 646, 655, 675
- airbag** 12, 526, 527, 558, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 621, 634, 690, 695, 947
- alargamento da calçada** 338, 377
- Área de descanso** 235
- asfalto poroso** 272, 278, 280, 283, 284, 285
- atrito** 91, 175, 177, 180, 181, 182, 184, 272, 275, 278, 279, 280, 281, 283, 299, 491, 492, 493, 497, 535, 536, 642, 654, 655, 657, 663, 672, 907
- auditoria de segurança viária** 152, 155, 990, 996
- avalanche** 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 322, 328
- barra de proteção contra o encaixe** 1021
- bônus** 769, 770, 780, 781, 782, 895, 896, 897, 898, 899
- busca na literatura** 11
- canalização** 91, 106, 130, 131, 132, 133, 134, 140, 154, 237, 359, 383, 385, 387, 388
- carta de advertência** 428, 881, 882, 883, 884
- carteira de habilitação eletrônica** 872
- carteira de habilitação gradual** 771, 772, 774
- carteira de habilitação provisória** 881
- causalidade** 67, 69, 73, 912
- ciclofaixa** 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 272, 302, 389, 393, 401, 402, 403, 404, 526
- cinto de segurança** 12, 22, 64, 70, 71, 92, 210, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 564, 565, 566, 567, 568, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 587, 619, 621, 623, 624, 625, 627, 635, 641, 677, 772, 821, 822, 824, 825, 836, 843, 844, 845, 846, 847, 885, 886, 887, 888, 959, 965, 1019, 1020, 1021
- código de trânsito** 21, 22, 369, 374, 376, 534, 795, 837, 847, 848, 851, 858, 867, 868, 871, 889, 890, 908, 909, 914
- colisão frontal** 156, 276, 395, 563, 575, 576, 578, 579, 585, 586, 590, 594, 614, 634
- colisão lateral** 149, 294, 593, 594, 618, 654
- colisão traseira** 30, 91, 149, 223, 310, 361, 440, 504, 505, 553, 584, 586, 587, 614, 624, 656, 852
- coluna de direção** 718, 719
- compensação do risco** 820, 1001
- comunidade segura** 970, 971, 973
- confusão** 133, 360, 361, 363, 392, 401, 414, 440, 501, 578, 581, 582, 664, 793
- controle de acessos** 238, 411, 422, 438, 439, 440, 441, 442
- controle de velocidade** 11, 92, 149, 316, 334, 354, 438, 439, 440, 441, 442, 785, 831, 832, 833, 834, 835, 837, 838, 841, 844, 850, 914, 969, 993
- controle do uso do cinto de segurança** 843, 844, 845, 846, 887
- controle eletrônico de estabilidade** 18, 536, 537, 575, 628, 677, 950, 1001
- cruzamento em nível** 123, 431, 433, 434
- curso de direção defensiva** 769
- curva** 39, 41, 42, 53, 58, 64, 72, 91, 106, 113, 124, 131, 134, 141, 142, 149, 151, 152, 154, 161, 162, 166, 169, 175, 176, 180, 181, 182, 192, 215, 230, 235, 281, 282, 307, 312, 348, 360
- curvatura** 140, 141, 142, 175, 177, 179, 180, 182, 189, 229, 377
- deslizamento de terra** 54, 285
- desregulamentação** 1022, 1023
- desvio** 14, 16, 18, 19, 55, 63, 67, 72, 74, 88, 113, 122, 123, 127, 134, 158, 161, 166, 184, 231, 272, 289, 311, 312, 421, 424, 349, 607, 671, 741, 992
- direção** 4, 16, 18, 43, 44, 66, 73, 86, 91, 112, 126, 130, 131, 135, 139, 141, 142, 145, 148, 154, 176, 179, 180, 182, 186, 189, 198, 210, 232, 233, 237, 240, 241, 242, 271, 275, 276, 279, 287, 288, 294, 306, 307, 308, 310, 313,

- 317, 387, 395, 405, 406, 407, 408, 425, 429, 430, 460, 461, 497, 518, 519, 521, 522, 523, 535, 536, 538, 540, 541, 547, 561, 576, 580, 583, 623, 625, 635, 643, 646, 654, 655, 666, 673, 721, 726, 728, 735, 737, 738, 739, 740, 743, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 798, 816, 825, 848, 849, 851, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 870, 871, 873, 876, 879, 881, 886, 890, 891, 895, 902, 905, 906, 908, 911, 912, 913, 915, 993, 995, 1005, 1009, 1017, 1018, 1023
- disposição para pagar** 83
- educação** 4, 5, 772, 776, 799, 813, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 877, 878, 879, 961, 986
- endogeneidade** 70, 74, 133, 432, 860
- engarramento** 114, 125, 416, 430, 661, 674, 678, 998, 1004, 1008
- escolas** 359, 391, 392, 427, 457, 768, 771, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 961, 970, 978, 980, 983, 986, 987, 1011
- espelho retrovisor** 517, 582
- estabilidade** 5, 18, 91, 275, 294, 500, 534, 535, 536, 537, 539, 540, 541, 575, 592, 624, 626, 628, 631, 637, 640, 641, 643, 646, 654, 655, 658, 660, 663, 677, 906, 950, 999
- estacionamento** 84, 115, 126, 233, 306, 331, 338, 341, 342, 343, 344, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 402, 404, 405, 430, 435, 436, 437, 444, 677, 679, 728, 776, 788, 825, 886, 889, 979, 980, 984, 1017, 1020, 1022
- estatísticas oficiais** 22, 26, 37, 85, 175, 365, 389, 534, 541, 545, 547, 573, 635, 653, 813, 817, 856, 1011, 1013
- estrada** 37, 171, 174, 189, 230, 231, 235, 274, 382, 383, 427, 640, 763, 764
- EuroNCAP** 612, 709, 999
- exposição** 13, 42, 63, 68, 89, 149, 185, 388, 531, 551, 615, 619, 632, 640, 660, 744, 751, 753, 766, 767, 774, 777, 778, 794, 815, 821, 856, 880, 903, 908, 909, 910, 911, 915, 916, 917, 918, 973, 974, 975, 980, 982, 983
- faixa** 22, 106, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 131, 139, 140, 142, 146, 147, 148, 149, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 190, 193, 203, 211, 240, 241, 242, 302, 307, 312, 313, 336, 338, 343, 356, 363, 365, 368, 376, 377, 379, 380, 381, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 402, 403, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 420, 427, 428, 429, 430, 438, 439, 454, 455, 456, 460, 533, 549, 557, 560, 582, 603, 610, 629, 630, 633, 646, 657, 665, 666, 667, 673, 677, 678, 735, 737, 738, 739, 740, 760, 761, 765, 772, 773, 775, 790, 813, 814, 817, 852, 863, 899, 993, 1005, 1014, 1018, 1019, 1020
- faixa de conversão à direita** 411
- faixa de pedestres** 365, 390, 391, 392, 393, 1019
- faixa reversível** 406, 407, 408, 409, 410, 412
- farol dianteiro** 638, 639
- formação básica de condutores** 58, 756
- formação de condutores** 89, 752, 755, 756, 779, 819, 960
- gestão do tráfego** 139, 317, 439
- heterogeneidade** 14, 15, 17, 20, 136, 198, 208, 446, 513, 522, 824, 863, 975
- iluminação da via** 16, 17, 18, 19, 460, 516
- impacto lateral** 575
- inspeção de segurança viária** 995
- interseção semaforizada** 852
- intervalo de confiança** 14, 15, 17, 20, 137, 148, 171, 192, 201, 206, 210, 238, 271, 273, 302, 303, 311, 312, 338, 387, 391, 430, 440, 501, 510, 536, 537, 607, 609, 610, 619, 621, 625, 632, 643, 660, 743, 744, 755, 784, 785, 815, 816, 823, 834, 835, 860, 861, 863, 865, 879, 891, 892, 941, 942, 945, 948, 976, 1023
- irregularidade** 275, 276, 277, 278, 284, 540, 720, 723, 843, 848, 849, 881, 886, 887, 888, 889, 891, 892, 906
- ISS (Injury Severity Score)** 20, 944, 945
- largura da faixa** 156, 162
- largura do acostamento** 162, 165
- legislação de trânsito viário** 886
- limitador de velocidade** 575, 668, 669, 670, 672, 1023
- limite de alcoolemia** 861
- limite de idade** 735, 736, 737, 755, 768, 774, 776, 859, 959
- limite de velocidade** 65, 66, 73, 108, 116, 117, 118, 122, 131, 134, 144, 145, 147, 150, 154, 162, 166, 167, 168, 169, 179, 180, 186, 190, 191, 192, 196, 206, 209, 230, 232, 235, 241, 242, 272, 274, 277, 284, 285, 292, 294, 295, 307, 308, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 318, 331, 343, 349, 350, 369, 370, 371, 372, 374, 375, 376, 387, 399, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 444, 455, 458, 523, 578, 603, 631, 645, 661, 662, 664, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 677, 764, 785, 797, 798, 821, 822, 831, 832, 835, 837, 838, 840, 841, 851, 886, 887, 896, 899, 907, 915, 916, 917, 920, 950, 959, 969, 982, 1018
- limite de velocidade reduzido** 209
- linha de bordo da pista** 169
- luz de condução diurna** 91
- MADD (Mothers Against Drunk Driving)** 866
- MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale)** 20, 656
- manutenção viária** 89
- marcação viária** 418
- massa do veículo** 537, 592, 593, 594, 596, 597, 598, 600, 645, 719
- mediana** 16, 18, 455, 563

- megatextura** 275, 276, 279, 281
- meio-fio** 275, 276, 343, 390, 396, 397, 457, 534
- meta-regressão** 17
- método empírico de Bayes** 61, 151
- migração de acidentes** 70, 154, 440
- modelo potencial** 370, 371
- motivação** 91, 177, 779, 780, 781, 782, 913, 918, 962, 970
- motorização** 34, 606
- multas** 65, 311, 316, 551, 562, 623, 663, 778, 780, 788, 821, 831, 834, 835, 836, 837, 842, 843, 846, 848, 855, 856, 866, 868, 871, 874, 877, 883, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 902, 920, 1016, 1021, 1022
- NCAP** 571, 574, 575, 576, 577, 578, 580, 677, 689, 691, 699, 700, 704, 710, 711
- notificação automática de acidentes** 948, 949, 950, 952
- número esperado** 30, 63, 64, 67, 309, 546, 555, 651, 658, 675, 746, 771, 995
- ônibus escolar** 648, 770, 795, 796, 797, 798
- painel** 311, 313, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 431, 520, 521, 563, 564, 575, 576, 581, 613, 902
- painel de mensagem variável** 423
- parada de bonde** 457, 458
- parada de ônibus** 302, 444, 456
- passagem em nível** 159, 434
- perfil transversal** 140, 239, 288
- planejamento regional** 978, 990
- pneu de inverno** 493, 496, 497
- potência do motor** 579, 601, 602, 603, 604, 606, 607, 609, 611, 631, 675, 676, 1001
- primeiros socorros** 4, 532, 752, 940, 941, 946
- prisão** 91, 788, 858, 866, 872, 877, 879, 880, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 910, 914, 1016
- programa de segurança viária** 12, 83
- proibição** 126, 133, 134, 288, 302, 312, 331, 338, 340, 382, 383, 385, 386, 395, 396, 397, 398, 399, 407, 436, 494, 495, 604, 606, 607, 610, 643, 644, 646, 651, 652, 721, 729, 763, 765, 772, 773, 774, 777, 778, 888, 858, 859, 864, 866, 867, 902, 904, 905, 906, 907, 908
- proibição de estacionamento** 396, 398
- publicidade** 822, 866, 867, 966
- raio das curvas** 178, 185, 229, 230
- rampa** 42, 139, 141, 146, 148, 149, 176, 187, 377, 653
- redução do limite de velocidade** 209, 314, 315, 429, 841
- refletivo** 91, 383, 516, 525, 527, 528, 529, 530, 633, 639, 822
- refúgio** 233, 239, 338, 367, 383, 385, 386, 388, 392, 393
- registro de acidentes** 302, 389, 745, 780, 959
- regressão para a média** 166, 182, 197, 200, 202, 356, 360, 361, 386, 396, 440, 454, 769, 832, 838, 840, 842, 853
- reincidência** 857, 861, 863, 874, 878, 879, 881, 890, 892, 893, 894
- relação volume/capacidade** 167
- reproduzidos** 86, 195, 765, 820, 1024
- responsabilidade legal** 957, 960
- retrorefletivo** 383, 385, 386, 387
- revisão da literatura** 127, 133, 209, 333, 529, 786, 851, 878, 978
- risco atribuível** 670
- risco no trânsito** 33, 36, 37, 42, 64, 820, 872, 877, 1020
- risco para a saúde** 31
- rotatória** 122, 135, 137, 138, 139, 355, 461
- rua de pedestres** 337
- seleção dinâmica de rota** 419, 421, 422, 423, 439, 974
- serviço médico** 943
- sinalização de advertência de perigo** 432
- sinalização de tráfego** 376
- sistema de retenção infantil** 568, 1019, 1020
- superfície** 106, 131, 132, 133, 134, 154, 167, 174, 271, 272, 274, 275, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 288, 299, 302, 303, 316, 377, 491, 492, 493, 498, 500, 518, 519, 531, 536, 537, 623, 646, 655, 663
- suspensão** 300, 499, 534, 535, 540, 537, 539, 541, 631, 637, 640, 643, 645, 646, 721, 729, 780, 788, 877, 880, 882, 884, 885, 891, 1016
- telemedicina** 939, 940, 943
- transporte escolar** 66, 795, 796, 797, 799, 978
- transporte público** 120, 395, 397, 411, 412, 418, 435, 439, 442, 457, 459, 678, 795, 799, 974, 977, 980, 984, 986, 988, 1011, 1012, 1013, 1014, 1015, 1022
- túnel** 41, 127, 128, 129, 196, 208, 209, 212, 228, 229, 230, 231, 232, 286, 287, 290, 291, 391, 392, 394, 961, 992, 1005
- validade externa** 67, 68
- validade interna** 67, 69
- validade teórica** 67, 68
- valor** 13, 16, 18, 20, 25, 26, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 120, 124, 128, 129, 139, 143, 148, 181, 193, 233, 281, 282, 284, 285, 293, 296, 300, 345, 348, 349, 355, 357, 358, 364, 372, 388, 395, 405, 433, 434, 437, 456, 458, 499, 505, 524, 533, 537, 546, 550, 555, 556, 561, 563, 577, 585, 615, 616, 620, 622, 627, 653, 657, 662, 672,

675, 676, 719, 737, 739, 751, 756, 794, 821, 852, 872, 885, 886, 887, 893, 896, 906, 916, 917, 920, 958, 962, 968, 986, 994, 999, 1002, 1004, 1005, 1008, 1009

valor monetário 79

variação aleatória 14, 74, 126, 151, 152, 501, 908

variação sistemática 12, 13, 14, 15, 17, 67, 74, 151, 743, 973

velocidade máxima 81, 184, 369, 379, 601, 603, 606, 611, 634, 646, 668, 669, 670, 672, 1020

velocidade recomendada 308, 315, 317, 424, 425, 428, 444, 669

via ambiental 337, 339

via de acesso 128, 136, 138, 345, 379, 388

via principal 106, 124, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 138, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 284, 306, 336, 337, 338, 348, 350, 354, 355, 405, 406, 430, 852, 987

viés de autoseleção 70, 968

viés de publicação 18, 20, 132, 136, 137, 158, 163, 197, 200, 236, 386, 387, 391, 445, 446, 454, 561, 656, 775, 823, 824, 825, 832, 838, 842, 844, 845, 849, 850, 854, 860, 862, 869, 870, 878, 882, 904, 912

visão zero 78, 80, 81, 83, 152, 375, 967

volume de tráfego 31, 36, 37, 42, 63, 64, 65, 66, 88, 89, 92, 107, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 151, 154, 156, 166, 167, 168, 169, 191, 192, 193, 194, 197, 199, 203, 208, 210, 213, 239, 242, 271, 274, 278, 285, 286, 288, 295, 296, 297, 298, 299, 301, 308, 317, 331, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 340, 341, 342, 344, 346, 347, 348, 354, 355, 357, 359, 364, 378, 379, 380, 388, 389, 390, 391, 392, 394, 397, 399, 400, 401, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 414, 415, 416, 417, 419, 420, 422, 427, 429, 438, 444, 456, 460, 498, 668, 669, 778, 782, 786, 788, 839, 841, 854, 907, 918, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 980, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 989, 991, 992, 993, 995, 998, 1000, 1001, 1006, 1007, 1020, 1022

Volume Diário Médio Anual 272, 275, 284

zona de segurança 174

zona de transição 41, 312

zona urbana 600

zoneamento 121, 124, 130, 139, 146, 150, 174, 204, 232, 235, 337, 339, 340, 342, 349, 398, 978, 979, 989, 990, 994, 995

www.fundacionmapfre.org

Paseo de Recoletos, 23

28004 Madrid

O Manual de Medidas de Segurança Viária

Edição ampliada e revisada

Rune Elvik, Alena Høye, Truls Vaa e Michael Sørensen (TØI)

Esta primeira edição do Manual em português – anteriormente publicado em inglês (2004 e 2009) e em espanhol (2006 e 2013), entre outras línguas – oferece um resumo atualizado dos efeitos de mais de 140 medidas de segurança viária. Ele, portanto, fornece o conhecimento mais geral, relevante e acessível sobre prevenção de acidentes viários. Este conhecimento continua sendo absolutamente necessário e relevante na atualidade, já que o número de mortes e ferimentos que ocorrem a cada ano ainda é altíssimo e intolerável. Esta edição em português ampliou e revisou muitos dos capítulos e epígrafes das edições anteriores e também acrescentou várias novas medidas que não estavam presentes nem na primeira versão em norueguês nem nas edições posteriores em inglês e espanhol.

«Da mesma forma que a Fundación MAPFRE há anos colocou esta obra à disposição de todos os falantes do espanhol, ela agora se orgulha em fazer o mesmo na língua portuguesa. Esta ação reforça nossa vocação internacional, e estamos certos de que ela trará benefícios essenciais, sob a forma de vidas salvas e lesões evitadas, em nossos países irmãos: Brasil, Portugal... Este livro não é uma mera compilação de dados e informações objetivas; acima de tudo é uma ferramenta para mudar o modo como as decisões são tomadas e como os problemas de segurança são abordados, permitindo que o leitor passe de mera intuição, opinião ou especulação para o poder da análise objetiva mais eficiente». **Jesús Monclús** (Diretor da Área de Prevenção e Segurança Viária da *Fundación MAPFRE*).